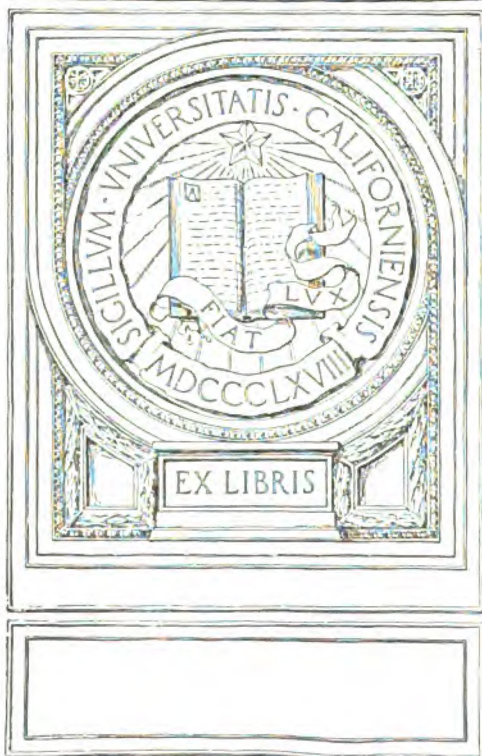



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

ALBRECHT VON GRÆFE'S
ARCHIV
FÜR
OPHTHALMOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. F. ARLT
IN WIEN

PROF. F. C. DONDERS
IN UTRECHT

UND

PROF. TH. LEBER
IN GÖTTINGEN.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG
ABTHEILUNG III.

ODER

DREIUNDZWANZIGSTER BAND
ABTHEILUNG III

MIT HOLZSCHNITTEN UND TAFELN.

BERLIN, 1877.
VERLAG VON HERMANN PETERS,
MOHREN-STRASSE 28.

Inhalts - Verzeichniss

zu

Band XXIII, 3. Abtheilung.

		Seite
I.	Ueber die Nerven der Iris. Von **Carl Hermann Pause** aus Colditz. (Hierzu Taf. I—III.)	1— 23
II.	Die Kenntniss der Sehstörungen bei den Griechen und Römern. Von Dr. **Hugo Magnus,** Privatdocent der Augenheilkunde an der Universität Breslau .	24— 62
III.	Ueber die Wirkung des Eserins auf das normale Auge. Von Dr. **A. v. Reuss,** Privatdocent in Wien	63—103
IV.	Zur Histologie der Linse. Von Dr. **K. Ritter.** 5) Ueber die Entwickelungsgeschichte der inneren concentrischen Faserschicht der Vogellinse . . .	104—111
V.	Untersuchungen zur Pathogenese der Cataract. Von Dr. **R. Deutschmann,** Privatdocent für Augenheilkunde u. Assistent an der Universitäts-Augenklinik zu Göttingen. (Hierzu Taf. IV und V.)	112—148
VI.	Ueber Atropin und Physostigmin und ihre Wirkung auf den intraocularen Druck. Ein Beitrag zur Therapie des Glaucoms. Von Prof. Dr. **Laqueur** in Strassburg	149—176
VII.	Ueber die Empfindlichkeit für Farben in der Peripherie der Netzhaut. Von Dr. **A. Chodin** aus St. Petersburg	177—208
VIII.	Beitrag zur Therapie der Epitheliome auf der Corneo-Scleralgrenze. Von Dr. **J. Schneider,** Assistenz-Arzt an der Prof. v. Welz'schen Augenklinik in Würzburg	209—211
IX.	Ein Fall tätowirter menschlicher Hornhaut, histologisch untersucht von **Thaddäus Browicz,** Docenten an der Universität zu Krakau. (Hierzu Taf. VI.)	212—216

		Seite
X.	Beitrag zur Lehre vom Gesichtsfeld bei Säugethieren. Von Dr. **Grossmann** u. Dr. **Mayerhausen**	217—240
XI.	Ueber den Nystagmus der Bergleute. Von Dr. **A. v. Reuss**, Privatdocent in Wien	241—254
XII.	Ueber die Resorption körnigen Farbstoffs aus der vorderen Augenkammer. Von Dr. **A. Brugsch**, Assistent an der Universitäts-Augenklinik zu Göttingen. (Hierzu Taf. VII.)	255—287

Ueber die Nerven der Iris.

Von

Carl Hermann Pause aus Colditz.

(Hierzu Tafel I—III.)

Eine völlig erschöpfende Bearbeitung des obigen Thema's würde folgende Punkte in den Kreis der Untersuchung ziehen müssen: Reichthum, Verlauf, Anordnung, Endigungsweise, Charakter der Nerven, d. h. cerobrospinalen oder sympathischen Ursprung, endlich das Vorkommen gangliöser Gebilde nebst ihrer Beziehung zu den Nervenfasern. Den meisten älteren Autoren, die sich mit den Nerven der Iris beschäftigt haben, war vor Allem die Endigungsweise von Interesse, und wurde diese Frage von ihnen im Sinne der jeweilig herrschenden Ansicht Anfangs mit der Annahme der Endschlingen, späterhin mit der der freien Endigungen beantwortet. Diese letztere Ansicht ist die noch jetzt giltige; denn wenn auch Gerlach (Ueber das Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere) die terminale Netzbildung der Nervenfibrillen im quergestreiften Muskel rehabilitirt hat, so hat doch diese neuere Auffassung mit der früheren nichts als den Namen gemein.

Wir nehmen im Vorliegenden von diesem Capitel aus der allgemeinen Histologie im Uebrigen Abstand, weil uns die Iris mit ihren so zahreichen und verschiedenartigen Gewebs-Elementen nicht als das geeignete Object erscheint, diese Verhältnisse zu eruiren.

Zwei weitere Punkte, nämlich das Vorkommen von Ganglienzellen und marklosen Nervenfasern zu verfolgen, gestattete ein unten näher zu erörterndes Moment, die Anwendbarkeit der Tinctionsmittel, nur bei Vögeln und dem weissen Kaninchen.

So blieben dann von unserer Aufgabe die Fragen nach dem Reichthum, der Anordnung und dem Verlauf der Nerven in der Iris allein noch übrig. Bis auf einen Forscher, Julius Arnold, haben sich alle Vorgänger mit dem so beschränkten Thema weniger eingehend beschäftigt: es handelte sich bei ihnen in der Hauptsache um die Controverse, ob die Nerven in der Iris der verschiedenen Thiere concentrisch-strahlig oder mehr weniger dem Pupillarrand parallel angeordnet seien, während man darüber einig war, dass die Iris als eine sehr nervenreiche Membran zu betrachten sei. Arnold nimmt in seiner Arbeit (Ueber die Nerven und das Epithelium der Iris, Virchow's Archiv 27. Bd.) zu dieser Streitfrage keine bestimmte Stellung. Und mit einem gewissen Rechte: denn in dieser Fassung ist die Frage überhaupt gegenstandslos. Man beging den Fehler, die bei einer Thierspecies gewonnenen Resultate auch auf andere zu übertragen, oder wenigstens die Verschiedenheiten nicht genügend zu urgiren.

Hiermit hängt es zusammen, wenn ich die Literatur-Angaben nicht vorwegnehme, sondern an den Stellen einfüge, an denen von den betreffenden Thiergattungen die Rede sein wird.

Meine Untersuchungen betrafen folgende Thiere: von den Vögeln: Gans, Ente, Taube; von den Säuge-

thieren: Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Kaninchen, Mensch. Um auch einen Repräsentanten aus der Classe der Amphibien vorführen zu können, habe ich mich an der Iris des Frosches versucht; leider scheiterten meine Bemühungen an der starken Pigmentirung der Membran. Ebenso bot auch die Argentea der Fische unüberwindliche Hindernisse.

Arnold bediente sich zur Darstellung des Verlaufs der Nervenfasern in der Iris, wie er es schon bei der der Bindehautnerven gethan hatte (J. Arnold, Ueber die Endigung der Nerven in der Bindehaut des Augapfels u. s. w., Virchow's Archiv, Bd. 24, S. 259), der verdünnten Essigsäure und Salpetersäure, prüfte aber auch alle anderen Methoden, die bis dahin (1863) bekannt waren. Bei diesen Methoden differenziren sich die Nervenfasern nur wenig von den übrigen Gewebs-Elementen: es heben sich die Bindegewebsfasern, die in parallelen Längszügen angeordnet, den gröberen und feineren Nervenverzweigungen folgen (besonders beim Kaninchen, Arnold's Untersuchungs-Object), nicht mit genügender Deutlichkeit ab, und zur Unterscheidung der feineren Gefässverzweigungen von Nervenfasern musste nach Arnold's eigener Angabe oft auf die Hauptstämme recurrirt werden. Es war daher wünschenswerth, nachdem uns im Chlorgold und der Osmiumsäure Reagentien bekannt geworden waren, welche die Nervenfasern in hervorstechendem Farben-Unterschiede von ihrem Substrat darstellen, auch die Arnold'schen Resultate zu prüfen. Am zweckmässigsten schien von vornherein das Goldchlorid, weil es ja die Nerven, ohne Rücksicht auf ihren Markgehalt, und zugleich auch die Ganglienzellen färbt. Es sind von diesem Salze (Chlorgoldkalium oder -natrium) zwei Lösungen in Gebrauch: die Cohnheim'sche 5,0 pro Mille und die Gerlach'sche (l. c., S. 42 ff.) 0,1 p. M. Die erstere allein erwies

sich als anwendbar, und zwar nur bei der Iris der Vögel und der des albinotischen Kaninchens. Leider aber bin ich nicht im Stande, die Verhältnisse, unter welchen man brauchbare Bilder bekommt, derart zu präcisiren, dass man bei einiger Uebung jedes Mal oder wenigstens in der Regel mit dem Goldsalze reüssirte. Ich habe modificirt in Bezug auf Concentration der Lösung, Dauer der Einwirkung, in der Zeit, welche seit dem Tode des Thieres und dem Einlegen in die Goldlösung verstrich, modificirt endlich in den Momenten, welche auf die Gerinnung von nachweisbarem Einfluss sind, wie die niedere oder höhere Temperatur. Es scheinen, ausser den genannten, bei der Behandlung mit Goldchlorid noch Verhältnisse zu existiren, mit denen wir bisher noch nicht rechnen gelernt haben. Daher die zahlreichen Misserfolge, welche das Mittel zu einem sehr unzuverlässigen machen, während andererseits die gelungenen Präparate durch ihre Schönheit überraschen.

Die Präparate, die ich als gelungen und in vollem Maasse als beweisend ansehen muss, weil ausser den Nerven, die sich als dunkelviolette Zeichnungen abheben, alle anderen Gewebs-Elemente diffus blau gefärbt sind, wurden auf folgende Weise gewonnen: die Iris albinotischer oder wenigstens helläugiger Thiere — bei letzteren muss vorerst die Pigmentlage an der hinteren Fläche mit $^1/_2$procentiger Kochsalzlösung abgepinselt werden — wird etwa 7—12 Stunden nach dem Tode in der mit Essigsäure ganz schwach angesäuerten Goldlösung sorgfältig ausgebreitet und eine halbe Stunde darin belassen. Hierauf wird nach Cohnheim's Vorschrift das Präparat in mit Essigsäure angesäuertem Wasser der Reduction durch das Tageslicht ausgesetzt. Die brauchbaren Präparate markiren sich schon dem blossen Auge nach wenigen Stunden dadurch, dass sie nicht einen rothen, sondern bläulichen Farbenton an-

nehmen. Nach 24—36 Stunden ist die Reduction beendet.

Niemals gelang es, die Nerven in der Iris grösserer Säuger oder des Menschen sichtbar zu machen, obwohl mir auch in letzterer Beziehung frisches Material zur Verfügung stand. Hatten die Präparate nämlich so lange in der Lösung gelegen, bis sie, wie es vorgeschrieben ist, eine strohgelbe Färbung angenommen, dann waren nach Eintritt der Reduction fast alle Gewebscomponenten der Iris, namentlich aber die Capillaren mehr oder weniger intensiv in verschiedenen Nüancen von Blau, Roth und violett gefärbt. Verblieben die Präparate kürzere Zeit in der Flüssigkeit ($^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde), so war die Färbung insofern eine unvollständige, als ungefärbte Stellen mit blau, roth, violett tingirten abwechselten und die Nervenfasern vor anderen Theilen sich fast gar nicht auszeichneten. Das, immerhin etwas voluminöse Object hatte sich dem Anschein nach noch nicht genügend mit dem Reagens imprägnirt. Der glückliche Erfolg der Chlorgoldmethode bei der Vogel- und Kaninchen-Iris beruht also vielleicht darauf, dass diese, dünner und lockerer gebaut, sich leichter und schneller durchtränkt, an den Nerven daher, denen die übrigen Gewebe an Reductionsfähigkeit mehr oder weniger nachstehen, nach halbstündiger Einwirkung eine stärkere Veränderung vor sich gegangen ist, als am Stroma. Vielleicht würde man daher auch mit der Iris kleinerer Säuger (Maus, Ratte) mehr Glück haben.

Die Darstellung markhaltiger Nerven durch Osmiumsäure unterliegt keinen Schwierigkeiten. Bei der Präparation hat man auf zwei Punkte zu achten: 1) genaues Entfernen des hinteren Pigmentes auf die oben angegebene Weise. Hat die Iris in Osmium gelegen, dann haftet die Pigmentschicht so fest an, dass sie sich schwer selbst mit der Nadel abkratzen lässt. 2) unter-

lasse man nicht, die Membran sorgfältig auszubreiten: bei der Eigenschaft der Säure, die Gewebe zur Schrumpfung zu bringen, legt sich das Präparat leicht in Falten, die ein allseitiges Eindringen der Flüssigkeit erschweren. Man verhindert dies am einfachsten, wenn man den ganzen vorderen Bulbus-Abschnitt in die Lösung bringt. Diese letztere kann verschiedene Concentration haben; in 1procentiger Lösung bleibt das Präparat in geschlossenem Gefäss und dunklem Raume etwa $^1/_2$ Stunde. Bei schwächeren Concentrationen (und diesen gleich rangiren ältere Lösungen, die schon einen Theil des Osmium schwarz-metallisch haben ausfallen lassen) muss man nur die Dauer der Einwirkung entsprechend verlängern. Hierauf wäscht man die Iris sorgfältig mit Wasser ab und macht sie durch Einlegen in Alkohol und Nelkenöl für den Einschluss in Canadabalsam fähig. Es lässt sich nicht verhindern, dass später die Präparate noch nachdunkeln, selbst bei Fernhalten des Tageslichtes.

Die Osmiumsäure kann man unmittelbar nach dem Tode des Thieres anwenden; nur die markhaltigen Fasern in der Iris des Menschen reagirten niemals ganz frisch auf das Mittel. Ich habe hier ausprobirt, dass ungefähr 6—12 Stunden nach dem Tode die zweckmässigste Zeit zum Einlegen ist.

Von manchen Thierspecies sind albinotische oder helläugige Exemplare nicht zu beschaffen. Bei diesen leistet die Chlorbleiche ganz gute Dienste nach der Osmiumfärbung. Das in der Markscheide abgelagerte Osmium wird von einer 4—6stündigen Einwirkung gewöhnlichen Chlorwassers (0,4 : 100,0) nicht wesentlich angegriffen, während das Pigment sich so weit aufhellt, dass man gröbere Nervenverzweigungen gut verfolgen kann. Durch diese Behandlung wurden die Resultate bei Ziege, Schaf, Rind gewonnen.

I. Vögel.

Mit der Vertheilung der Nerven in der Iris der Vögel haben sich nur Valentin und Bochdalek beschäftigt. Ersterer (Ueber den Verlauf und die letzten Endigungen der Nerven, S. 60) benutzte zur Untersuchung die Nerven einer helläugigen Gans und findet hier, dass die Hauptstämme (schon bei der Betrachtung mit einer einfachen Loupe) einen bogenförmigen Verlauf zeigen, der dem Pupillarrand selbst mehr oder weniger parallel ist. Meistens seien in einiger Distanz zwei oder mehrere solcher Nervenbogen vorhanden, welche durch mehrere sehr dicke, schief verlaufende Zweige mit einander verbunden werden. Zwischen diesen Bogen sollen dann die zahlreichen Endplexus liegen, welche immer feiner werden, je mehr sie sich dem Pupillarrand selbst nähern.

Bochdalek (Prager Vierteljahrsschrift, 1850. Zur Anatomie des Auges, S. 166) giebt eine Abbildung der Nerven und Gefässe des Ciliarkörpers und der Iris von Falco lagopus und bemerkt hierzu, dass in beiden Gebilden die Nervengeflechte dornenkronenförmig zusammengeschlungen seien, nur seien die Plexus in der Iris viel feiner als im Ciliarkörper.

Michel (Die histologische Structur des Irisstroma, S. 31) macht auf die grosse Zahl der Nervenfasern in der Iris von Buteo vulgaris aufmerksam. Die marklosen Fasern zeichnen sich durch häufige Theilung und durch die grosse Menge von Neurogliazellen aus (die bei flüchtiger Betrachtung als Ganglienzellen imponiren könnten). Diese Protoplasma-Anhäufungen seien bald mehr rundlich, bald mehr balkenartig mit einer variabeln Menge von Kernen. Die Hauptvertheilung der Nerven findet statt in einem lockeren Bindegewebe mit schmalen endothelbesetzten Fibrillenbündeln.

Im Folgenden gebe ich nun die Resultate meiner eigenen Untersuchungen, die sich auf Taube, Gans und Ente beziehen. Wir betrachten den Verlauf der Nerven in der Iris dieser 3 Thier-Arten gemeinsam, weil die Verhältnisse durchgehends übereinstimmen.

Die Ciliarnerven, welche 1—2 Mm. unterhalb des Kammes die Sclera durchbrechen und auf dem kürzesten Wege den Ciliarmuskel erreichen, führen auch das Contingent von Fasern, die für die Iris bestimmt sind. Die Zahl derselben ist in Anbetracht der Grösse der Membran, die sie versorgen sollen, eine überraschend grosse und übertrifft, wie ich schon im Voraus bemerken will, relativ bei Weitem die an der Säugethier-Iris beobachtete.

An einer umschriebenen Stelle der unteren Hälfte des Ciliarrandes, der verticalen Trennungslinie des Auges mehr oder weniger nahe gelegen, sehe ich in der Regel 3, seltener auch blos 2 Stämmchen in die Iris eintreten (Taf. I, S_1 S_2 S_3). Gleich an der Eintrittsstelle etabliren nun gröbere Zweige, in welche die Stämmchen zerfallen, einen ausgedehnten Plexus (Taf. I, Pl.). Doch lassen sich gewisse Hauptfortsetzungen der Stämme noch unterscheiden, die, von den Ausläufern des Plexus verstärkt, die übrige Membran mit Fasern versorgen. Es markiren sich nämlich, schon wenn man bei schwacher Vergrösserung die Iris in toto betrachtet, zwei concentrisch angeordnete Ringfaserzüge. Der eine, ungleich stärkere verläuft ungefähr auf der Grenze zwischen äusserem und mittlerem Drittel der Iris (Taf. I, i R); der andere, schwächere Ring hält sich ziemlich hart am Ciliarrande (Taf. I, a e R). Diese gröbere Nervenverzweigung ist eingeschaltet zwischen die mehr nach hinten gelegene Gefässlage und die der Vorderfläche der Iris nähere Ausbreitung der Muskulatur. Präparirt man die Gefässlage ab, so liegen die Nerven frei zu

Tage. Jeder Nervenring ist aus einem vorderen und hinteren Halbringe zusammengesetzt, dessen Dicke abnimmt, je mehr er sich dem der Eintrittsstelle der Nerven diametral gegenüberliegenden Abschnitt der Iris nähert. In diesem letzteren lösen sich beide Ringe in ein Netzwerk feinerer Zweigchen und einzelner Fasern auf. Die die Ringe bildenden Hauptäste bleiben nicht immer einfach: es kommt vor, dass sie sich spalten, eine Strecke weit getrennt verlaufen, um sich dann wieder aneinander zu legen (Taf. I, z). Der innere Ringfaserzug versorgt das mittlere und innere Drittel der Iris, und schickt seine Verzweigungen nur nach dem Pupillarrand hin ab. Diese Zweige zeigen nun ein höchst eigenthümliches, für die Nerven der Vogel-Iris geradezu charakteristisches Verhalten: sie lösen sich nach kurzem Verlaufe, während welches sich der Zusammenhalt der einzelnen Fasern schon sehr lockert, in feinere Aestchen, und diese wieder alsbald in die einzelnen Fibrillen auf. Durch mannigfache Kreuzung und Aneinanderlagerung der Zweigchen und Fasern kommt ein dichtes Maschenwerk zu Stande, welches die Muskulatur innig durchflicht (Taf. I, zwischen a a und b b). Die Nerven-Anordnung in diesem Iris-Abschnitt macht den Eindruck, als wenn von einem grösseren Nervenstamme, wie um ein Zerzupfungspräparat herzustellen, mit der Präparirnadel Theile abgespalten, und dann in die einzelnen Fasern aufgelöst wären. Diese Tendenz der Nerven, sich möglichst aufzufasern, kann wohl von dem sehr geringen Bindegewebsgehalt der Vogel-Iris hergeleitet werden. Nirgends zeigt die bindegewebsreiche Säugethier-Iris in ähnlicher Ausdehnung solches Verhalten.

Die Betrachtung der eben geschilderten Partie giebt erst einen Begriff von dem colossalen Reichthum unserer Membran an Nervenfasern. Auf Taf. I (rechte Hälfte)

ist auf dem etwa dem mittleren Dritttheil der Iris entsprechenden Abschnitte nur ein Theil des Nervennetzwerkes dargestellt. Diese Zone zeigt nämlich eine viel stärkere Entwickelung der Ringmuskulatur, und bei successiver Einstellung des Tubus kommt ein 2- bis 3fach übereinander geschichtetes Nervennetz zur Ansicht; die Abbildung giebt nur eins.

Die Verzweigung der Nerven im äusseren Irisdrittel differirt insofern von der eben beschriebenen, als die Zweige des Ringstammes sehr langgestreckte und weite Maschen bilden. Hervorzuheben ist, dass die beiden Ringe nur spärliche, durch einzelne Fasern repräsentirte Anastomosen mit einander eingehen (Taf. I, bei x), ein Umstand, der eben auf die Sonderung dieser beiden Faserzüge hinweisen muss. Es mag dahinstehen, ob die separate Nervenvertheilung in der äusseren Randzone mit der schon vielfach constatirten Thatsache in Zusammenhang zu bringen sei, dass dieser Abschnitt der Iris einer selbstständigen Contraction fähig ist, die nach H. Müller vornehmlich zu accommodativen Zwecken unternommen wird.

Das Vorkommen markloser Nervenfasern muss ich nach meinen Beobachtungen in Abrede stellen; es gelang selbst bei noch so sorgfältigem Durchsuchen der mit Chlorgold tingirten Präparate nicht, derlei zu Gesicht zu bekommen.

Was die Nerven-Endigungen anlangt, so kann man in der Nähe des Pupillar- und Ciliarrandes nicht wenige Fasern bis zu ihrer Muskelfibrille (die gerade hier sehr deutlich die Endplatte zeigt) verfolgen. Die Nervenfaser behält übrigens ihr Mark bis zum Eintritt in die Platte.

Ganglienzellen sind den Nerven in der Vogel-Iris nicht eingestreut. Wohl aber kann ich bestätigen, dass Neurogliazellen in reicher Zahl vorhanden sind.

Ueberblicken wir noch einmal das Gesagte, so er-

geben sich für die Nervenvertheilung in der Vogel-Iris folgende Punkte als besonders bemerkenswerth:

1) Die für die Iris bestimmten Ciliarnerven treten an einer umschriebenen Stelle des Ciliarrandes ein.

2) Die Stämme und grösseren Aeste sind zwischen Muskel- und Gefässlage eingeschoben.

3) Die Nerven ordnen sich zu zwei distincten Ringfaserzügen an, die concentrisch in der Ciliar- und Pupillarzone verlaufen.

4) In der Pupillarzone findet die Nervenvertheilung unter ausgesprochener Auffaserung statt.

5) Die Zahl der Nervenfasern ist in Anbetracht der Grösse der Membran und gegenüber dem Nervengehalt der Säugethier-Iris sehr beträchtlich.

6) Sämmtliche Nervenfasern sind markhaltig.

II. Säugethiere.

Bochdalek (l. c., S. 163) findet beim Kaninchen, in Uebereinstimmung mit Valentin, dass die Nerven nicht concentrisch-strahlig vom Ciliar- zum Pupillarrand verlaufen, sondern dass die Stämmchen, dem Pupillarrand mehr oder weniger parallel, ziemlich concentrische Bogen formiren, deren feinere Aeste zwischen diesen Bogen erst zahlreiche, nach der Pupille hin immer feiner werdende Geflechte bilden. Das Netz bestehe aus winkligen und bogenförmigen Schlingen. Nur in einem Punkte weicht Bochdalek von Valentin ab, nämlich in dem Befunde rückläufiger Fasern aus der Iris in den Ciliarkörper.

Ferner giebt Bochdalek eine Abbildung der Nerven in der Iris des Jaguar. Die sehr mühsame, aber wenig schonende Darstellungsweise (mittelst des anatomischen Messers) und die schwache Vergrösserung (mit der Loupe) dürften wohl mahnen, die Resultate sehr vorsichtig aufzunehmen.

Kölliker (Gewebelehre des Menschen, 3. Aufl., Figur 326) bildet die Nerven in der Irishälfte eines weissen Kaninchens ab. Man sieht hier die Nervuli ciliares (20—24 an der Zahl), nachdem sie am Rande der Iris, noch innerhalb des Ciliarkörpers, durch Anastomosen mit einander verbunden sind, so dass ein fast allseitig geschlossener Ring zu Stande kommt, ziemlich gestreckt radiär nach der Mitte der Membran laufen, wo sie von Neuem bogenförmige Verbindungen eingehen. In der inneren Hälfte der Iris, namentlich im Sphincter, finden sich feine Netze vor, doch sieht man dergleichen mit freien Endigungen auch in der Ciliarzone. Hervorzuheben ist, dass an den Kreuzungsstellen der stärkeren Stämmchen dieselben sich merklich verbreitern und auflösen.

a) Kaninchen.

Die ausführlichste Arbeit über die Irisnerven des (weissen) Kaninchens rührt von Julius Arnold her (Ueber die Nerven und das Epithelium der Iris, Virchow's Archiv, Bd. 27, S. 349). Mit dieser sehr sorgfältigen und genauen Darstellung stimmen meine Resultate in der Hauptsache überein, und werde ich die Differenzpunkte suo loco würdigen. Im Voraus aber will ich gleich bemerken, dass die wichtigste Controverse zwischen uns in Betreff des Vorkommens blasser Nervenfasern besteht. An den in dieser Beziehung für mich Ausschlag gebenden Chlorgoldpräparaten habe ich Fasern dieses Charakters niemals finden können, und muss somit ihre Existenz leugnen. Zwar war es auch Arnold nicht möglich, Stämmchen zu Gesicht zu bekommen, die lediglich aus blassen Fasern gebildet gewesen wären, und ebensowenig wagt er zu entscheiden, ob sich in den Stämmchen, die aus dunkelrandigen Fasern bestehen, auch marklose Fasern finden, doch be-

schreibt er in der weiteren Ausbreitung der Nerven Netze blasser Fibrillen. Ich muss es dahingestellt sein lassen, mit welchen Gebilden hier eine Verwechselung vorliegt. — Dagegen kann ich die Beobachtung Arnold's bestätigen, dass der Markgehalt der in den Hauptstämmen vorhandenen Fasern ein wechselnder ist, und dem entsprechend auch der Dickendurchmesser der einzelnen Primitivfäden Verschiedenheiten zeigt, ein Verhältniss, das sich auch an den Irisnerven anderer Thiere constatiren lässt. Daraus einen Schluss auf einen verschiedenen Charakter der Fasern zu machen, scheint mir etwas gewagt.

Die Ciliarnerven des Kaninchens (s. Taf. II, N C. C K, C K bedeutet die Zone des Ciliarmuskels) durchsetzen den Ciliarkörper in annähernd radiärer Richtung (d. h. in der Richtung der Meridiane). Sie werden hier, wie dies auch schon Kölliker (l. c.) abbildet, durch verschieden starke, sehr gestreckt verlaufende Anastomosen unter einander verbunden (Taf. II, a a). Ganz analog dieser Anastomosirung finden wir auch in der Iris, mehr oder weniger vom Ciliarrande entfernt, stellenweis, selbst wieder in den Ciliarmuskel zurückgreifend, eine vorwiegend querverlaufende, ein- oder mehrfache Verbindung der Nervenstämmchen (Taf. II, b b). An den Kreuzungsstellen der radiär und concentrisch verlaufenden Faserzüge findet sich eine ausgesprochene Auffaserung und sehr complicirte Plexusformationen, unter anderen auch die von Arnold erwähnte Form, welche an das Chiasma nervorum opticorum erinnert. Nur möchte ich sie nicht gerade, wie dieser Forscher, häufig nennen. Netzen isolirter Nervenfasern begegnet man in der in Rede stehenden Irispartie selten, und noch seltener einer freien Endigung.

Diese dem Ciliarrand in nächster Nähe parallel laufenden Commissuren mit ihren Eigenthümlichkeiten

finde ich bei Arnold nicht erwähnt; man bekommt sie auch nur dann in übersichtlicher Weise zur Ansicht, wenn man Iris im Zusammenhang mit Ciliarkörper unter das Mikroskop bringt. — Jenseits der eben besprochenen Zone setzen die Nervenstämmchen ihren Weg in der eingeschlagenen radiären Richtung fort, ohne nennenswerthe Aeste abzugeben, zeigen aber auf dieser Strecke einen auffällig korkzieherförmig gewundenen Verlauf (Taf. II, bei c), bezüglich dessen muthmaasslicher Bedeutung ich mich weiter unten aussprechen will. Ungefähr an der Grenze zwischen Pupillar- und Ciliarzone theilen sich die Stämmchen, meist dichotomisch, und die Aeste verbinden sich mit einander in Form von Bogen, deren Convexität dem Pupillarrand zugekehrt ist. Diese Bogen, welche in mehreren Systemen übereinander gelagert (Taf. II, d_1 d_2 d_3) und vielfach verschlungen sind, nehmen ungefähr das mittlere Drittel der Iris ein.

Arnold hebt hervor, was auch ich bestätigen kann, dass die Nervenvertheilung keineswegs dem Verlaufe der grösseren Gefässe folge; dagegen vermisse ich bei ihm die Angabe eines anderen, sehr constanten Verhaltens der Nerven gegenüber den Gefässen, dass nämlich die gröberen Ausbreitungen der ersteren durchweg vor den letzteren und unmittelbar unter dem Endothel liegen.

Die Bogen bildenden Nervenäste lösen sich dann nach dem Pupillarrand zu mehr und mehr auf, so dass aus 2 oder 3 Fibrillen bestehende Zweigchen oder isolirt verlaufende Fasern das Nervennetz des inneren Irisdrittels einschliesslich des Sphincters bilden (Taf. II, bei e e). Die Fasern, welche das Netz im Schliessmuskel constituiren, sind sämmtlich doppelt contourirt, wie ich im Gegensatz zu Arnold entschieden behaupten muss; der nur vereinzelte dunkelrandige Fasern bis zur Mitte des Muskels sich vorschieben lässt, während das Gros

derselben an der Grenze des Sphincters sein Mark verliert. Nach Arnold gehen ferner von den Bogensystemen, er nennt sie Kreuzungsstellen, ab 1) ein Netz blasser Fasern wahrscheinlich sympathischen Ursprungs, die auf der hinteren Irisfläche sich vertheilen, und 2) markhaltige Fasern, die aber sehr bald ihres Markes verlustig gehen und auf der Vorderfläche der Iris sich ausbreiten. Diese letzteren ist der Autor geneigt, als sensible Fasern der Regenbogenhaut anzusprechen. Somit wäre denn für das physiologische Bedürfniss ein anatomisches Substrat herbeigeschafft! Da ich, wie gesagt, von der Existenz markloser Fasern mich nicht habe überzeugen können, ist für mich auch die erwähnte Hypothese unzulässig, ohne dass ich im Stande bin, eine neue an ihre Stelle zu setzen.

Ganglienzellen, wie sie H. Müller und W. Krause im Ciliarmuskel nachgewiesen haben, konnte ich, gleich Arnold, nicht auffinden. Es gelang mir aber auch nicht, jene von Nervenstämmchen allseitig eingeschlossenen feinkörnigen Massen zu sehen, in denen Arnold (l. c., S. 353) gangliöse Bildungen vermuthet.

Ich wiederhole zum Schlusse die wichtigsten Punkte, in denen meine Darstellung von der Arnold's differirt:

1) Marklose Nervenfasern und ganglöse Bildungen fehlen in der Iris des Kaninchens.

2) Das Nervennetz im Sphincter besteht nicht aus blassen, sondern aus markhaltigen Fasern.

3) Verbindungen der radiär verlaufenden Hauptnervenstämmchen finden sich nicht nur auf der Grenze der Ciliar- und Pupillarzone, sondern auch in der Nähe des Ciliarrandes.

b) Rind, Ziege, Schaf.

Bei diesen 3 Thierspecies schliesst sich der Nervenverlauf in der Iris eng an den Gefässverlauf an.

Entsprechend dem inneren und äusseren Pupillarwinkel treten bei Ziege und Rind je 2 Stämme markhaltiger Nerven am Ciliarrand in die Iris ein. Sie spalten sich mehrfach und umspinnen den Circulus arteriosus iridis. An einigen Stellen kommen noch Verstärkungszweige vom Ciliarrand hinzu, die in radiärer Richtung auf den Plexus zustreben und theils in demselben aufgehen, theils ohne ihre Richtung zu ändern, sich im Sphincter verlieren. Das sind die gröberen Verzweigungsverhältnisse, wie sie nach Anwendung der Eingangs beschriebenen Methode (Osmium, Chlorbleiche) schon eine Loupenvergrösserung kenntlich macht. Etwas Genaueres liess sich mit der genannten Behandlung über die Irisnerven des Schafes feststellen. Am inneren und äusseren Iriswinkel, d. h. entsprechend den Polpunkten der langen Axe unserer ovalen Iris, tritt hier nur je ein Stamm ein. Jeder theilt sich sofort dichotomisch (gerade wie die Hauptgefässe), und von diesen Zweigen gehen reiche Vernetzungen um den Circulus arteriosus aus. Eine schlingenförmige Anastomose verbindet gleich nach der Theilung die nach oben und unten abliegenden Hauptzweige. In gleicher Weise verhalten sich auch 2 vom oberen und unteren Pole her eintretende Stämmchen. Der ungefähr in der Mitte des Ciliartheiles der Iris gelegene Plexusring strahlt radiär nach dem Sphincter zu Aestchen aus, die nach kurzem Verlaufe einen zweiten Plexusring nahe am Rande des Schliessmuskels, mit dem ersteren concentrisch, constituiren. Dieser letztere Plexus erst giebt die Fasern für den Schliessmuskel ab. Er fehlt aber nach oben und unten hin. In diesen Partien wird nämlich der Schliessmuskel so breit, dass er bis an den äusseren Ring heranreicht, und die Muskulatur bezieht hier die radiären Zweige gleich aus dem äusseren ringförmigen Plexus. An der Grenze zwischen ein-

fachem und doppeltem Ringe geht der innere Plexus in den äusseren über.

c) Schwein.

Eine solche regelmässige Anordnung der Irisnerven wie beim Schaf, finden wir beim Schwein nicht. Ebensowenig lässt sich eine Uebereinstimmung mit der Gefässvertheilung constatiren.

An zwei, dem inneren und äusseren Augenwinkel correspondirenden Stellen tritt je ein sehr beträchtlicher Stamm markhaltiger Nerven (nur von dieser Fasergattung wird im Vorliegenden die Rede sein, weil die Vergoldung nie ganz zuverlässige Resultate ergab) in den Ciliarkörper ein und theilt sich innerhalb desselben in 2 gleich starke Aeste, von denen der eine nach oben, der andere nach unten abschwenkt. Der obere Ast des äusseren und der obere Ast des inneren Ciliarnervenstammes laufen einander entgegen; ebenso die beiden unteren Aeste, so dass ein allseitig geschlossener Nervenring zu Stande kommt. Dieser Ring, von dem nach der einen Seite (nach dem Centrum zu) die Irisnerven, nach der anderen Seite die Nerven für den Ciliarmuskel abtreten, zeigt eine sehr stark wellige Contour in der Weise, dass er bald innerhalb des Ciliarkörpers, streckenweis auch in der Ciliarzone der Iris verläuft. An den Iris-Aesten desselben, die allein uns hier interessiren, lässt sich in der Hauptsache eine doppelte Verlaufsrichtung feststellen: einmal gehen Zweige in ziemlich genau radiärer Richtung direct auf den Sphincter zu und sind durch korkzieherförmig gewundenen Verlauf zu erkennen. Es liegt hier die Vermuthung sehr nahe, dass in diesen Schlängelungen, die mit grosser Regelmässigkeit überall da wiederkehren, wo die Nerven eine streng radiäre Richtung einhalten (vergl. die Abbildung der Nerven der Kaninchen-Iris, Fig. 2) eine

Einrichtung gegeben sei, die selbst bei sehr verengerter Pupille eine Zerrung der Nervenröhren verhindern soll — es würden sich bei jeder Contraction des Sphincter die Schlängelungen mehr oder weniger ausgleichen —. So ist ja beispielsweise auch der Opticus länger angelegt, als bei geradeaus gerichteter Blicklinie die Entfernung vom Foramen opticum bis zur Eintrittsstelle in den Bulbus beträgt. Dem Pupillarrand mehr oder weniger concentrisch verlaufende Nervenstämme bedürfen einer solchen Einrichtung nicht; sie sind vermöge ihres Verlaufes gegen Zerrung geschützt, wenn sie nur auf ihrer Unterlage einigermaassen verschieblich sind.

Die zweite Kategorie von Zweigen, die aus dem Ciliarnervenringe abstammt, formirt mehr oder weniger flache, mit der Convexität nach der Pupille gerichtete Bogen, deren Scheitel stellenweis bis an den äusseren Rand des Sphincter heranreicht. In der Regel schwenken diese Nervenzweige aus der Iris wieder in den Ciliarkörper zurück, gehen auch wohl wieder Verbindungen mit dem Ciliarnervenringe oder dessen für den Ciliarmuskel bestimmten Aesten, oder auch endlich unter einander Verbindungen ein, um dann neuerdings wieder in die Iris einzulenken. Von diesen Bogen, die ich als solche erster Ordnung bezeichnen will, entspringen dann solche zweiter und höherer Ordnung, welche letzteren dann bis in den Schliessmuskel hineinreichen. Kreuzungen kommen sowohl zwischen Nervenzweigen der ersten und zweiten Kategorie, als auch zwischen den einzelnen Bogen zu Stande. Die Nervenvertheilung ist insofern sehr unregelmässig, als sie stellenweis sehr dicht ist, während man an anderen Orten weder einer gröberen noch feineren Vernetzung begegnet. In der Ciliarzone fehlen isolirt verlaufende Fasern fast gänzlich.

Alle diese Nerven-Ausbreitungen liegen in einer und

derselben Schichte der Iris, zunächst deren vorderer Fläche, und haben die Lage der grossen Gefässe hinter sich.

Im Sphincter hat die Verzweigung wenig Charakteristisches. Die meisten Zweige laufen schief gegen den Pupillarrand und ziemlich gestreckt. Eigenthümlich ist, dass die Fasern, so weit man sie im Sphincter verfolgen kann, immer noch zu verhältnissmässig starken Zweigen zusammengehalten werden, dass also ein terminales Netz den einzelnen Fasern fehlt. Es ist höchst wahrscheinlich, dass wir hier noch nicht die letzten Endigungen der Nervenfäden vor uns haben, sondern dass vielleicht die Faser ihres Markgehaltes verlustig geht und so dem Tinctionsmittel unzugänglich wird.

III. Mensch.

Die ersten, einigermaassen ausführlichen Angaben über die Nerven der menschlichen Iris machte C. Krause (Handbuch der menschlichen Anatomie, I. Bd., S. 412). Nach ihm treten aus dem Ciliarkörper zahlreiche Nervenfasern und Nervenbündel in die Iris ein und laufen nahe an der Vorderflache derselben, welcher sie das weissgestreifte Ansehen (!) geben, convergiren, hin und wieder Schlingen bildend, gegen die Pupille hin, an deren Rande ihre Endigungen nicht deutlich erkannt werden können.

Bochdalek (l. c., S. 165) giebt an, dass in Bezug auf Reichthum und Verlauf, Anordnung und Endigungsweise der anatomische Charakter der Irisnerven beim Menschen ziemlich mit dem des Kaninchens übereinstimmt. Doch bekam B. trotz aller Sorgfalt in der Behandlung der Iris die genaueren Details der Nervenverhältnisse nie so schön und deutlich ausgeprägt zu Gesicht, als in derjenigen des weissen Kaninchens.

Nach Kölliker (Gewebelehre, S. 646) verlaufen die

Nerven mit den Blutgefässen, jedoch nicht genau dem Laufe derselben folgend, unter zahlreichen Theilungen und Anastomosen, von welchen namentlich stärkere, grosse Bogen bildende an der äusseren Hälfte der Iris, und viele kleinere, in der Gegend des Annulus minor gelegen, sich bemerkbar machen, bis zum Pupillarrande.

Julius Arnold (l. c., S. 365) sieht nur einfache Plexusbildungen dunkelrandiger Fasern im Bereich des Dilatator. Niemals beobachtete er die eigenthümlichen Formen der Kreuzung und des Faser-Austausches wie beim Kaninchen; ebensowenig konnte er sich von einem Netze blasser Fasern und dem Vorhandensein eines terminalen Netzes im Dilatator überzeugen, während er das letztere im Sphincter allerdings sehr deutlich in vielen Fällen fand.

Michel (l. c., S. 10) spricht sich dahin aus, dass die markhaltigen Nervenfasern äusserst spärlich vorhanden seien, und nur aus dem Gewebe der Ciliarzone sich isoliren lassen. Die marklosen Nerven sind mit Neurogliazellen besetzt.

Nach W. Krause (Handbuch der menschlichen Anatomie, I. Bd., S. 152) sind die Nerven der Iris zahlreich, bestehen aus doppeltcontourirten, gemischt mit blassen Fasern, verlaufen radiär wie die Blutgefässe, und lösen sich in ein Anastomosennetz auf, welches den M. Sphincter durchzieht und versorgt.

Meine eigenen Untersuchungen beziehen sich nur auf das Verhalten doppeltcontourirter Nervenfasern. Die Iris des Menschen ist im Vergleich zu der aller bisher besprochenen Thiere ausserordentlich arm an markhaltigen Nervenfasern. Die Stämmchen, welche längs des ganzen Ciliarrandes in die Iris eintreten, bestehen fast nie aus mehr als 10 Fasern, in der Regel aber aus weniger, und gar nicht selten begegnet man schon am Ciliarrande isolirt verlaufenden Fasern. Die Richtung

der Nerven ist ganz vorwiegend radiär, und nur wenige Fasern biegen von derselben ab, um sie schliesslich doch wieder einzuhalten (s. Taf. III). Hierbei ist noch besonders zu bemerken, dass es keine bestimmte Zone der Iris ist, in der man dem transversalen Verlaufe begegnet, und dass keine bestimmten Figuren (z. B. Bogen) formirt werden. An den Kreuzungsstellen radiärer und concentrischer Fasern beobachtet man recht häufig eine eigenthümliche Durchflechtung in der Weise, dass die concentrischen Fasern eine radiäre Faser auf der vorderen Fläche, die nächste auf der hinteren u. s. f. kreuzen. Fast ausnahmslos erreichen die Nerven den M. sphincter und verlaufen in ihm eine Strecke weit, um dann scheinbar frei zu endigen.

Was das Stratum anbetrifft, in dem sich die Nerven vertheilen, so findet man dieselben unter dem Endothel der vorderen Irisfläche im Bindegewebe eingebettet; die grösseren Gefässe liegen hinter ihnen.

Zum Schlusse führe ich noch einmal die wichtigsten Ergebnisse dieses vergleichend-anatomischen Versuches an, der bei der schwierigen Beschaffung geeigneten Materials zu wenig ausgedehnt geblieben ist.

1) Der Gehalt der Iris an markhaltigen Nervenfasern ist bei den verschiedenen Thierklassen und -species ein sehr verschiedener, und scheint in geradem Verhältnisse zur Entwickelung der Muskulatur, insbesondere des M. sphincter zu stehen.

Anm. Diese Annahme würde eine wesentliche Stütze finden, wenn sich für bie starre, schwerbewegliche Iris der Fische ein entsprechendes Ergebniss ermitteln liesse.

Relativ am nervenreichsten ist die Vogel-Iris (Gans, Ente, Taube); es folgen dann in absteigender Ordnung:

Ziege, Schwein, Schaf, Rind (in ungefähr einer Linie), hierauf Kaninchen, endlich Mensch.

2) Die Vertheilung bietet bei den einzelnen Thieren sehr wenig Uebereinstimmendes. Dagegen ist bei der Anordnung der Gesichtspunkt eingehalten, dass bei den verschiedenen Contractionszuständen des Schliessmuskels die Nerven vor Zerrung gewahrt bleiben.

3) Bei Säugethieren und dem Menschen liegen die gröberen Nerven Ausbreitungen in einem Bindegewebsstratum unter dem Endothel der Vorderfläche der Iris und haben die grossen Gefässe hinter sich. Bei den Vögeln sind die Nerven zwischen Muskel- und Gefässlage eingeschaltet.

4) Die anatomische Anordnung der Nerven lässt keinen Schluss zu auf ihren verschiedenartigen Charakter — motorisch, sensibel, secretorisch (?) —.

Diese Arbeit wurde auf Anregung und unter Leitung des Herrn Prof. Michel ausgeführt, und bin ich demselben für die freundliche Unterstützung zu grossem Danke verpflichtet.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren bedeutet CR Ciliarrand, PR Pupillarrand, Sph den M. sphincter.

Tafel I. Nerven der Iris der Taube, Chlorgoldpräparat. V. = 100. Nur die rechte Hälfte der Abbildung ist vollständig ausgeführt.

S_1 S_2 S_3 Stämmchen der für die Iris bestimmten Ciliarnerven. Pl Nervenplexus an der Eintrittsstelle. ae R äusserer Ringfaserzug. i R innerer Ringfaserzug; zwischen a a b b ist die Zone gelegen, innerhalb welcher die Zweige dieses Ringes sich auffasern und vertheilen. z Schlinge, welche der Stamm des Ringfaserzuges bildet. x Anastomosen zwischen äusserem und innerem Ringfaserzuge.

Tafel II. Nerven der Iris des Kaninchens, Osmiumsäurepräparat. Gezeichnet in 50facher, gesehen bei 100facher Vergrösserung.

N C Nervi ciliares. C K Ciliarkörper. a ringförmige Anastomose im Ciliarkörper, b desgleichen, theils in der Iris, theils im Ciliarkörper. c korkzieherförmig gewundene Stämme. d_1 d_2 d_3 Bogen erster, zweiter, dritter Ordnung. e terminales Netzwerk in der Pupillarzone und dem Sphincter.

Tafel III. Nerven der Iris des Menschen, Osmiumsäurepräparat. Gezeichnet in 33facher, gesehen bei 100facher Vergrösserung.

G G Grenze zwischen Ciliar- und Pupillarzone.

Die Kenntniss der Sehstörungen*) bei den Griechen und Römern.

Von

Dr. Hugo Magnus,

Privatdozent der Augenheilkunde an der Universität Breslau.

Die neuere Ophthalmologie hat sich ganz mit Unrecht daran gewöhnt, auf die Augenärztlichen Kenntnisse des Alterthums mit einer gewissen Vornehmheit und Geringschätzung herabzublicken; wenigstens hält sie es nicht sonderlich der Mühe werth, sich mit dem Zustand der antiken Augenheilkunde eingehender zu beschäftigen. Ja man ist wohl sogar geneigt, den traurigen und über alle Maassen kläglichen Zustand, welchen die Ophthalmologie des Mittelalters und der neueren Zeit, bis tief in das sieben-

*) Es sei mir die Bemerkung gestattet, dass ich den Begriff der Sehstörung in vorliegendem Aufsatz insofern in beschränkter Weise gebraucht habe, als ich nur jene Zustände behandelt habe, welche nicht durch eine, der äusseren Untersuchung zugängliche Veränderung der verschiedensten Organe des Auges verursacht werden.

zehnte Jahrhundert hinein, in fast allen einzelnen ihrer Disciplinen zur Schau trägt, ohne Weiteres auf das Schuldregister des Alterthums zu setzen und in der antiken Augenheilkunde einen wesentlichen Hemmschuh für die fortschrittliche Entwickelung unserer Wissenschaft während des Mittelalters zu erblicken. Doch vermögen wir uns derartigen Anschauungen über den Werth der alten Ophthalmologie nicht in dem Maasse anzuschliessen, wie man dies bisher meistens zu thun pflegte. Wohl geben wir zu, dass der starre Bann des Galen'schen Dogmatismus lange Zeit die ärztlichen Gemüther in seine unlöslichen Fesseln geschlagen hielt und mancher klare und befähigte Kopf im mühereichen Kampf gegen jenen jämmerlich scheiterte, doch ist dieser lähmende und hemmende Einfluss nicht ausschliesslich nur auf Rechnung des Alterthums zu setzen, sondern er hat zum guten Theil seinen Grund auch in der medicinischen Unwissenheit jener Perioden. Der Umstand, dass man ohne im Besitz eigener Kenntnisse zu sein, nur darauf bedacht war, die fehlende medicinische Bildung ausschliesslich durch die antiken Lehren zu ersetzen, hat es bewirkt, dass man ohne kritische Sichtung und ohne klärendes Urtheil alle Lehren des Alterthums für die vollwichtigsten Münzen der reinen und unfehlbaren Wissenschaft ansah und so die Fülle von feinen Beobachtungen und gediegenen Kenntnissen, welche die alte Ophthalmologie in reichem Maasse besass, durch das Unkraut des Aberglaubens und irriger Wahnvorstellung völlig überwuchern liess. Den wahren Werth der antiken Augenheilkunde und ihre Bedeutung für die moderne Wissenschaft vermag nur eine Zeit zu erkennen und zu schätzen, welche auf dem Standpunkt strengster eigener, objectiver Forschung steht und an die Prüfung des Alterthums mit einer Summe selbst erworbener, wahrer Kenntnisse herantritt. Hier bewahrheitet sich dann aber

auch in vollstem Maasse das Goethe'sche*) Wort: „Jedes gute Buch, und besonders die Alten, versteht und geniesst Niemand, als wer sie suppliren kann. Wer etwas weiss, findet unendlich mehr in ihnen, als derjenige, der erst lernen will." Vergleichen wir, die wir uns im Besitz einer auf der sicheren Basis der Anatomie, Physik und Mathematik begründeten Optik befinden, unsere modernen Anschauungen von den Functionsstörungen des Auges mit denen des Alterthums, so werden wir bemerken, dass gerade die antike Medicin in diesem Punkt über eine reiche Fülle der gediegensten Beobachtungen zu verfügen hatte, ein Umstand, welcher uns um so mehr überraschen muss, als die alte Ophthalmologie über keinerlei technische Mittel bei der Prüfung der Leistungswerthigkeit des Auges zu disponiren hatte. Es beweist diese Thatsache hinlänglich, dass die alten Aerzte ungemein feine und gewiegte Beobachter waren, und ihnen die mancherlei Functionsstörungen des Auges sehr wohl bekannt und vertraut waren; wenn sie aber trotzdem ihre gediegenen Kenntnisse und Beobachtungen durch eine Menge der abenteuerlichsten und unklarsten optischen Vorstellungen verdunkelten und trübten, so liegt dies eben nur daran, dass sie bei den Versuchen, ihre meist sehr fein empfundenen Beobachtungen zu erklären, nicht den Weg des Experimentes und der Untersuchung gingen, sondern sich von einer ungemein fruchtbaren und phantasiereichen Speculation leiten liessen. Priestley**) hat diese, für die antike Medicin

*) Materialien zur Geschichte der Farbenlehre. Erste Abtheilung.

**) Priestley, Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik. Aus dem Englischen übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen begleitet von Klügel. Leipzig 1775 und 1776. Erste Periode. Erster Abschnitt, pag. 4.

überhaupt so verhängnissvolle Neigung sehr treffend charakterisirt, wenn er sagt: „Zwar waren die Alten nicht unaufmerksam auf die gewöhnlichen Naturbegebenheiten. Aber sie machten wenig oder keine Versuche. Ihre Einbildungskraft war nur zu fruchtbar an Hypothesen zur Erklärung der Natur."

Wir werden also, wollen wir uns ein klares Urtheil sichern über die Bedeutung und den Werth der antiken Ophthalmologie, vor Allem dafür sorgen müssen, die Ausgeburten der phantasiereichen Einbildungskraft der alten Augenärzte von den wirklichen Beobachtungen derselben scharf und streng zu sondern. Führen wir dieses Princip mit Consequenz durch, so werden wir uns alsbald überzeugen, auf wie hoher Stufe gerade in diagnostischer Beziehung die antike Augenheilkunde stand, und dass unsere moderne Wissenschaft zum Theil wenigstens auf dem von den Alten bestellten Boden weiter gearbeitet hat.*)

Die Lehre von den Sehstörungen zerfiel im Alter-

---

*) Auch in therapeutischer Beziehung hat sich die moderne Augenheilkunde durchaus nicht so vollständig von der antiken emancipirt, wie man dies wohl meist anzunehmen geneigt ist. Eine ganze Reihe therapeutischer Maassnahmen der Alten tritt in unserer heutigen Ophthalmotherapie in mehr oder minder kenntlicher Weise wieder auf; so ist z. B. der alte hippokratische Grundsatz, bei entzündlichen Erkrankungen des Auges Ableitungen auf den Darmkanal hervorzurufen, auch in der modernen Therapie ein wohl bekannter und viel geübter. Ferner ist die Blutentziehung in der Schläfegegend nichts als eine mildere Form der blutreichen, tiefeingreifenden antiken Behandlungsweise. Die vielgerühmte Tatuage der Hornhaut war ein dem Galen wohl bekanntes Verfahren; ja er scheint sogar verschiedene Methoden gerade dieser Behandlungsweise gekannt und geübt zu haben. Man vergleiche über diesen Punkt: De medic. compos. secundum locos. Lib. IV. Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, in wie innigen Beziehungen noch heutzutage die Augenheilkunde zu der antiken Wissenschaft steht.

thum noch nicht in all die verschiedenen Classen, nach welchen sie die geläutertere moderne Wissenschaft zu systematisiren gelernt hat. Die antike Ophthalmologie kannte noch keinerlei charakteristische Unterschiede zwischen den Störungen der Refraction, der Accommodation und den durch destructive Processe in den verschiedensten Organen des Auges bedingten Sehstörungen. Für sie war der Begriff der Amblyopie ein wesentlich weiterer wie augenblicklich; ja umfasste eigentlich alle anormalen Zustände des Seh-Actes. Denn da die refractorischen Verhältnisse des Auges dem Alterthum noch vollständig unbekannt waren, so vermochte es die Myopie, Hypermetropie und Presbyopie, obwohl es dieselben ihren Aeusserungen nach schon recht genau kannte, doch noch nicht zu einer charakteristischen Gruppe der Anomalien des Seh-Actes zusammenzufassen und sie so den Amblyopien gegenüberzustellen.*) Und waren schon die eigenthümlichen Vorstellungen der antiken Ophthalmophysiologie, nach denen die Krystalllinse nicht refractorischen Zwecken diente, sondern ausschliesslich nur als receptives Organ der Licht-Empfindung zu functioniren hatte, ganz darnach angethan, die Lehre von den Refractions-Anomalien vollständig in den Hintergrund zu drängen und deren Ausbau, selbst in den ersten Anfängen, durchaus unmöglich zu machen, so

*) Die ersten deutlichen Versuche, die Anomalien der Refraction von den Amblyopien zu trennen und sie zu einer besonderen Gruppe zusammenzufassen, scheinen in der ersten Hälfte des sechszehnten Jahrhunderts von dem Italiener Maurolycus (1494—1575) ausgegangen zu sein. Wenigstens giebt derselbe in seinem Werkchen: Theoremata de lumine et umbra, ad perspectivam et radiorum incidentiam facientia, Lugduni 1613, Liber III, De conspiciliis, ein Bild von der verschiedenen Brechung der Strahlen im kurz- und weitsichtigen Auge, und unterlässt es auch nicht, die Wirkung der convexen und concaven Brillengläser auf Grund der verschiedenen Refractions-Verhältnisse zu erklären.

scheint auch von Seiten der antiken Augenärzte ein ganz ausgesprochener Widerwille gegen jede physikalisch-mathematische Untersuchungsmethode des Seh-Actes sich geltend gemacht zu haben. Diese Abneigung gegen Einführung physikalischer und mathematischer Sätze in die Optik war im Alterthum sogar eine so ausgesprochene und tief eingewurzelte, dass es Galen für nothwendig hielt, sich bei dem Leser ganz besonders zu entschuldigen, dass er es gewagt habe, zur Erklärung des Seh-Actes mathematische Lehrsätze herbeigezogen zu haben. Er giebt an, ursprünglich den physikalisch-mathematischen Theil der Optik gänzlich haben ausser Acht lassen zu wollen, doch sei ihm nächtlich ein Dämon erschienen, welcher ihm das Unrechte und Sündhafte dieser Unterlassungssünde ernstlich zu Gemüthe geführt und ihn schliesslich bestimmt habe, doch jenen verhassten mathematischen Theil der Optik seinen Lesern vorzutragen. De usu partium, Lib. X, Cap. 12, erzählt Galen diesen Vorgang wie folgt: „Wir haben nun beinahe Alles abgehandelt, was sich auf das Auge bezieht, mit Ausnahme eines einzigen Punktes (eben die mathematisch-physikalischen Vorstellungen von dem Seh-Act), dessen Uebergehung ich zwar mir vorgenommen hatte, damit Viele keinen Widerwillen haben, theils wegen der Dunkelheit des Streit-Objectes, theils auch wegen der Weitläufigkeit des Gegenstandes. Denn nachdem es nothwendig war, bei dessen Erklärung die mathematischen Theorien zu berühren, in welchen nicht nur die Meisten unkundig sind von denen, welche sich zu den Gelehrten zählen, sondern gegen welche auch selbst die hierin Bewanderten Abneigung und Widerwillen haben, so schien es mir deshalb hinreichend und besser, dieses gänzlich zu unterlassen. Da es indessen im Traume mir vorkam, dass ich angeklagt worden wäre, dass ich unbillig gegen das göttlichste Organ gehandelt und mich gottlos gegen

dessen Schöpfer benehmen würde, wenn ich nicht das grosse Werk der Vorsehung desselben bei den Thieren einer Erklärung würdigen würde, so wurde ich durch diesen Traum veranlasst, das bisher Umgangene wieder in meinen Plan aufzunehmen." Diesen göttlichen Befehl scheint Galen nur aus dem Grunde vorgeschützt zu haben, um den Anfeindungen des damaligen ärztlichen Publicums zu entgehen, wenn er es trotz der allgemeinen Abneigung gegen den physikalischen Theil der Optik doch wagte, denselben, wenn auch nur sehr flüchtig und oberflächlich, zu behandeln. Wenigstens bin ich geneigt, dies aus folgender Stelle zu schliessen: „Denn bevor mir jener Dämon den Befehl ertheilt hatte, wollte ich nicht einmal diese Ansicht aussprechen, um dem Neid vieler zu entgehen, welche Alles eher erdulden können, als den Entschluss fassen, sich in die Geometrie einzulassen."

Nun, bei einem so tief eingewurzelten Widerwillen gegen den physikalisch-mathematischen Theil der Optik kann es uns schliesslich nicht Wunder nehmen, wenn die Refractions-Anomalien ihrem Wesen nach vollständig verkannt wurden und man sich durch allerlei mehr oder minder geistreich erdachte Hypothesen völlig befriedigt fühlte. Gerade für diesen Theil der antiken Ophthalmologie trifft deshalb auch der im Uebrigen allerdings etwas harte und ungerechte Ausspruch Knapp's*) durchaus zu, welcher lautet: „Im Alterthum, wo man vom Auge nichts kannte, als seine äussere Form, und vom Sehen Nichts wusste, als einige mehr oder minder geistreiche Ansichten aufzustellen, die sich später sämmtlich als unbegründet herausgestellt haben, da war auch

---

*) Knapp, Die geschichtliche Entwickelung der Lehre vom Sehen. Wiesbaden 1862, pag. 17.

von einer vernünftigen Augenheilkunde nicht viel zu finden."

Nicht viel besser erging es den Anomalien der Accommodation; zwar finden sich bei den verschiedensten Autoren*) des Alterthums Stellen, welche es unzweifelhaft erscheinen lassen, dass die Alten die Aeusserungen des Accommodations-Apparates wohl schon bemerkt hatten, doch waren sie über das eigentliche Wesen ihrer Beobachtung noch so im Unklaren, dass sie es nicht vermochten, sie zu einem scharfen physiologischen Begriff zu gestalten, geschweige denn gar die pathologischen Zustände dieses Vorganges zu erkennen.

Und so kam es denn, dass die alte Ophthalmologie alle Störungen des Seh-Actes, mochten denselben auch die verschiedensten Ursachen zu Grunde liegen, doch

---

*) Dass die accommodative Thätigkeit des Auges von den Alten wohl gekannt war, wenn sie auch über das eigentliche Wesen und den physiologischen Vorgang derselben noch durchaus im Unklaren waren, kann man aus einzelnen Andeutungen mit vollster Sicherheit erkennen. Wir wollen uns damit begnügen, zwei derartige Stellen hier mitzutheilen; die eine findet sich bei Lucrez, De rerum natura, lib. IV, 805—807. Ed. Bernays, pag. 112 und 113, und lautet:

Nonne vides oculos etiam, cum tenvia quae sunt
Cernere coeperunt, contendere se atque parare,
Nec sine eo fieri posse ut cernamus acute?

v. Knebel übersetzt diese Stelle:

Müssen die Augen sich nicht, um feinere Dinge zu sehen,
Schon anstrengen und schärfen? Und ohne dergleichen Bemühen
Wird nichts deutlich bemerkt.

Die andere haben wir dem Nemesius, De natura hominis, Oxonii 1671, Cap. VII, pag. 139 (Nemesius war gegen das Ende des vierten Jahrhunderts Bischof von Emesa in Cölesyrien), entlehnt, und heisst dieselbe: „Nam saepe hac de causa pavimentum intuentes non videmus nummum qui in eo jaceat, quamvis diu intentis oculis, donec radii ad eum locum, in quo jacet nummus, concurrerint et tum demum eum aspicimus, ut tum primum coeperimus attendere."

alle in ein gemeinsames Capitel zusammenfasste und für die Erklärung derselben die nämlichen Anschauungen zu verwerthen trachtete. Man legte deshalb der Eintheilung und Classificirung der Sehstörungen ein Schema zu Grunde, das übrigens mutatis mutandis für jede andere körperliche Function genau dieselbe Giltigkeit besass, und meinte, das Sehvermögen oder mit anderen Worten das im Auge enthaltene geistige, das Sehen vermittelnde Fluidum könne entweder vermindert sein — hierher rechneten viele Autoren des Alterthums die Myopie, die Presbyopia senilis u. s. w. — oder könne irgendwie eine krankhafte Veränderung, eine Depravation, erfahren haben — in diese Classe reihte man häufig das Doppelsehen, die pathologischen Farben-Erscheinungen, das Gelbsehen bei Icterus u. s. w. — oder könne endlich durch irgendwelche Erkrankungen der Gewebe des Auges in seiner Function mehr minder gehindert, wenn nicht ganz beseitigt und aufgehoben werden.*)

So war, mit grossen allgemeinen Zügen geschildert, ungefähr der Rahmen beschaffen, in welche das Alterthum alle ihm bekannten Sehstörungen hineinpresste.

Wir hielten es für das bessere Verständniss der antiken Lehre von den Sehstörungen für vortheilhaft, eine derartige allgemeine Charakteristik, wie wir sie soeben zu geben versucht haben, vorauszuschicken, und können nunmehr, nachdem wir uns dieses Geschäftes entledigt haben, an die Betrachtung des specielleren Theiles herantreten, und zwar werden wir hierbei in der Weise verfahren, dass wir zuerst die Anomalien der Refraction und Accommodation, so weit wir dieselben eben

*) Derartige Eintheilungen der Sehstörungen waren übrigens bis tief in das siebenzehnte Jahrhundert hinein nichts Seltenes. So begegnen wir ihr z. B. bei Schönlin: Discursus de visus nobilitate et conservandi modo. Monachii, 1618, Cap. XI, p. 105, u. A.

in der alten Ophthalmologie nachzuweisen im Stande sind, besprechen, und daran alsdann die auf organischen Veränderungen des Auges beruhenden Sehstörungen anschliessen wollen.

Kurzsichtigkeit war eine sowohl dem griechischen, wie römischen Alterthum sehr wohl bekannte Anomalie des Seh-Actes. Bei den Griechen führte sie den, auch in die moderne Wissenschaft übergegangenen Namen *μυωπία*, während sie von den Römern mit dem Ausdruck lusciositas belegt wurde. Schon in ziemlich frühen Epochen des griechischen Alterthums begegnen wir einer ganz auffallenden Kenntniss vieler der Eigenthümlichkeiten, welche an dem Auge, sowie in dem Wesen des Kurzsichtigen überhaupt beobachtet werden. So hebt z. B. Aristoteles*) unter den charakteristischen Erscheinungen des Myopischen hervor: eine grössere Prominenz des Augapfels; eine mehr oder minder starke, durch Blinzeln und Zusammenkneifen der Lider hervorgerufene Verengerung der Lidspalte; ferner die Neigung beim Schreiben und Lesen, die Augen dem Object stark zu nähern, sowie endlich sehr kleine Buchstaben zu schreiben. Und ähnlichen Angaben begegnen wir bei den verschiedensten Autoren des Alterthums; so weiss z. B. Plinius**) von Kaiser Nero zu berichten, dass derselbe, wollte er etwas genau erkennen, stets stark blinzeln musste u. dergl. m.

Ueber das eigentliche Wesen der Myopie, sowie über deren nächste und ursächliche Veranlassung scheint unter den Alten keine sonderliche Einigkeit geherrscht zu haben; wenigstens finden wir gerade über diesen

*) Aristoteles, De animalium generatione, Lib. V, Cap. 1. Problemata, XXXI, 8, 15, 25.
**) Plinius, Hist. nat, Lib. XI, 144.

Punkt die verschiedensten Ansichten. Aristoteles*) glaubt, dass das Sehen in die Ferne wesentlich durch die Lage der Augen bedingt würde, und dass tiefer liegende Bulbi in die Ferne gut, hervorstehende aber in die Ferne schlecht sehen müssten. Und zwar sucht er den Beweis für diese Behauptung wesentlich durch optische Gründe beizubringen, indem er annimmt, das Licht

---

*) De animalium generatione, Lib. V, Cap. 1.

Wir wollen nicht unterlassen, an diesem Ort darauf aufmerksam zu machen, dass Aristoteles in seinen Ansichten über das Wesen des Lichtes unbedingt als ein Vorläufer der augenblicklich über den nämlichen Punkt in der Wissenschaft herrschenden Hypothese angesehen werden muss. Denn seine Erklärung des Lichtes ist der modernen Undulationstheorie entschieden verwandt, und wenn sie auch noch wenig entwickelt und in vielen Beziehungen schief und unvollkommen ist, so enthält sie doch nicht zu verkennende Spuren jener. Helmholtz (Handbuch der physiologischen Optik, Leipzig 1867, § 17, pag. 207) hat bereits auf diesen Punkt hingewiesen, indem er sagt: „Das Physikalische an seinen Vorstellungen ist freilich sehr unentwickelt, doch könnte man in den Grundzügen desselben Spuren der Undulationstheorie finden." Um meinen Lesern ein eigenes Urtheil darüber zu ermöglichen, inwieweit Aristoteles als ein Vorläufer unserer heutigen Lichthypothese gelten darf, sei es mir gestattet, ein einschlägiges Citat aus seinen Werken hier anzuziehen. De anima, Lib. II, Cap. 7, sagt er über das Wesen des Lichtes wie folgt: „Bis jetzt ist nur soviel klar, dass das im Lichte Gesehene Farbe ist. Deshalb wird es auch nicht gesehen ohne Licht: denn eben darin besteht für dasselbe das Wesen der Farbe, dass sie die Macht ist, das Durchsichtige zu bewegen, insofern es der Thätigkeit nach durchsichtig ist; die Wirksamkeit aber des Durchsichtigen ist Licht. Ein offenbarer Beweis hiervon ist dieses: wenn man z. B. das, was Farbe hat, gerade auf das Gesicht legt, so wird man es nicht sehen. Sondern die Farbe bewegt das Durchsichtige z. B. die Luft; von dieser wird dann, weil sie ein Stetiges ist, das Sinneswerkzeug bewegt.

Das Sehen entsteht dadurch, dass das Empfindende afficirt wird, nicht zwar von der gesehenen Farbe — denn dies ist unmöglich — sondern von dem Medium, sodass ein solches Medium nothwendig ist. Daher würde man, wenn ein Leeres entstünde, nicht nur nicht genau, sondern überhaupt gar nicht sehen.

würde, bevor es in hervorstehende Augen eintreten könne, stark zerstreut, während es beim Eintritt in tiefer liegende Augen eben durch diese tiefe Lage derselben mehr zusammengehalten werde und also in grösserer Menge in das Bulbus-Innere gelange. Aber es scheint ihm diese Erklärung allein doch nicht genügt zu haben, da er an einer anderen Stelle (De anim. generat., Lib. V, Cap. 1) bemerkt, auch zu grosser Wassergehalt des

---

Die gleiche Bewandtniss hat es mit dem Schall und Geruch; denn keines von diesen bringt, wenn es die Sinneswerkzeuge berührt, eine Empfindung hervor; sondern von dem Geruch und dem Schall wird das Medium bewegt, von diesem aber das jedesmalige Sinnesorgan. Das Medium nun des Schalles ist die Luft.

Es sei nun aber Licht oder Luft das Medium des Gesehenen und des Auges, die durch dasselbe entstandene Bewegung ist es, die das Sehen bewirkt."

Ja man möchte fast glauben, Aristoteles habe als den Träger der Bewegungen resp. Undulationen bereits eine hypothetische Materie, ähnlich dem heutigen Aether, vorausgesetzt, denn De Sensu et Sensili, Cap. 3, äussert er sich über die Natur des durchsichtigen, die Lichtempfindung vermittelnden Mediums wie folgt: „Was wir durchsichtig nennen, ist nicht der Luft oder dem Wasser, noch auch einem anderen der Elemente eigenthümlich, sondern es ist eine gemeinschaftliche Natur und Vermögen, welche getrennt von diesen Elementen zwar nicht ist, aber wohl in ihnen ist."

Im Gegensatz zu dieser, der modernen Undulationstheorie so nahe verwandten Aristotelischen Anschauungsweise standen jene Hypothesen, welche das Wesen des Lichtes in eigenthümlichen, dem leuchtenden Körper entstammenden Ausströmungen suchten, wie dies z. B. die Eleatische Schule that; welcher Hypothese auch die Anschauungen des Empedocles, Plato u. A. verwandt waren.

Wir bemerken sonach, dass sich bereits in der antiken Ophthalmophysiologie deutliche Spuren einer Rivalität zwischen der Emanations- und Undulationstheorie finden.

Eine sehr instructive Darstellung aller der Anschauungen, welche die antike Philosophie hinsichtlich des Seh-Actes, des Wesens des Lichtes u. s. w. producirte, giebt v. Baumhauer, De sententiis veterum philosophorum graecorum de visu lumine et coloribus. Trajecti ad Rhenum, 1843.

Auges könne Kurzsichtigkeit bedingen, aus welchem Grunde man diese Anomalie auch gerade bei Kindern öfters beobachten werde.

Wesentlich verschieden von den Vorstellungen, welche sich Aristoteles von der Natur der Kurzsichtigkeit gemacht hatte, klingt die Erklärung, welche wir bei vielen anderen Autoren des Alterthums finden, und welche überhaupt die beliebtere und allgemein übliche gewesen zu sein scheint. Sie geht von der physiologischen Vorstellung aus, dass der Seh-Act mittelst eines dem Auge entströmenden Fluidums, das sich die Einen feuriger, die Anderen dagegen geistiger, spiritueller Natur dachten, erzeugt werde, und erklärt die Kurzsichtigkeit nur für eine Schwäche dieses Fluidums. Die dem Auge entströmende Substanz sollte so schwach und kraftlos sein, dass sie, wie dies z. B. Seneca*) erläutert, nicht im Stande wäre, die umgebende Luft zu durchdringen, sondern alsbald von derselben zurückgeworfen würde; und so geschähe es denn, dass sie nicht weit über die dem Auge zunächst liegende Luftschicht hinausdringen könne. In ähnlicher Weise scheint sich auch Galen**) das Wesen der Myopie veranschaulicht zu haben, und auch bei Paulus von Aegina***) begegnen wir der nämlichen Erklärung.†)

Ueber den Grad der Myopie finden wir bei keinem Autor der Alten irgend eine Nachricht, und können eine solche auch füglich nicht erwarten, da eine rationelle

---

*) Seneca, Naturales quaestiones, Lib. I, Cap. 3, 8.

**) Galen, De usu partium, Lib. X, Cap. 4 u. 5.
De symptomatis causis, Lib. I, Cap. 2.

***) Paulus von Aegina, De re medica, Lib. III, Cap. 22.

†) Die nämliche Vorstellung war auch in die arabische Oculustik übergegangen; so erklärt z. B. Jesu Hali, De oculis, Venetiis 1506, Tractat. III, Cap. 4, Fol. 14, die Myopie für einen auf abnormer Schwäche des Spiritus visibilis beruhenden Zustand.

Prüfung der Leistungsfähigkeit des Auges von der antiken Ophthalmologie noch nicht geübt wurde. Doch scheint man aus allgemeinen Beobachtungen wenn auch nicht die Kenntniss, so doch wenigstens die Ahnung von der Existenz verschiedener Grade der Kurzsichtigkeit gewonnen zu haben; wenigstens bemerkt Aëtius*), dass bisweilen die Kurzsichtigkeit auf beiden Augen nicht die gleiche sei.

Völlig unbekannt war dem Alterthum dagegen die Möglichkeit, die Myopie durch den Gebrauch des Auges zu erwerben; man hielt dieselbe vielmehr lediglich nur für einen congenitalen Zustand, und nahm aus diesem Grunde auch von einer jeden medicamentösen Behandlung Abstand. Auch der Gebrauch corrigirender Concavgläser scheint der antiken Ophthalmologie ein noch völlig**) unbekannter gewesen zu sein.

---

*) Aëtius, Libri universales quatuor. Tetr. II, Sermo III, Cap. 45.

**) Wenn in der jüngsten Zeit Hirsch (Geschichte der Augenheilkunde, in Graefe und Saemisch's Handbuch der gesammten Augenheilkunde, Leipzig 1877, V. Theil, 2. Hälfte, pag. 307) mit der Behauptung auftritt: die antike Ophthalmologie habe den Gebrauch optischer Hilfsmittel bei Sehschwäche bereits genau gekannt und sich bei Kurzsichtigkeit concaver Steine, speciell concavgeschliffener Smaragde bedient, so muss ich gestehen, dass ich dieser Anschauung gegenüber die allergrössten Bedenken nicht zu unterdrücken vermag. Denn gerade die Stelle aus Plinius' Hist. nat., Lib. XXXVII, Cap. 5, Sect. 16, § 64, Ed. Sillig, Theil V, pag. 403), welche nach Hirsch die erforderlichen Beweise für diese seine Behauptung beibringen soll, scheint mir keineswegs einen wirklich klaren und zweifellosen Nachweis zu enthalten. Damit mich meine Leser aber nicht in dem Verdacht haben, als liesse ich eine allzu skeptische Kritik walten, wenn ich jener Aeusserung des Plinius volle Beweiskraft für die Existenz der Brillen im Alterthum nicht zuerkenne, so halte ich es für gerathen, jene Stelle in ihrer vollen Ausdehnung hier im Wortlaut wiederzugeben. Dieselbe lautet: „Tertia auctoritatis zmaragdis perhibetur pluribus de causis. Quippe nullius coloris adspectus jucundior est; nam herbas

Von der **Hypermetropie** konnte das Alterthum gemäss seiner eigenthümlichen optischen Anschauungen natürlich noch keinerlei Kenntniss besitzen. Höchstens findet man bei dem einen oder anderen Autor Andeu-

---

quoque silentis frondisque avide spectamus, zmaragdos vero tanto libentius, quoniam nihil omnino viridius conparatum illis viret. Praeterea soli gemmarum contutu inplent oculos nec satiant. Quin et ab intentione alia adspectu zmaragdi recreatur acies scalpentibusque gemmas non alia gratior oculorum refectio est, in viridi lenitate lassitudinem mulcens. Praeterea longinquo amplificantur visu inficientes circa se repercussum aera, non sole mutati, non umbra, non lucernis, semperque sensim radiantes et visum admittentes, ad crassitudinem sui facilitate translucida, quod etiam in aquis nos juvat. Iidem plerumque concavi, ut visum colligant; quamobrem decreto hominum iis parcitur scalpi vetitis, quamquam Scythiorum Aegyptiorumque duritia tanta est ut non queant volnerari. Quorum vero corpus extentum est, eadem qua specula ratione supinis rebus imaginem reddunt. Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in zmaragdo." In dieser Stelle, welche eigentlich nur alle die verschiedenen, für das Auge heilsamen Eigenschaften des Smaragdes zu erwähnen beabsichtigt, sind es wesentlich zwei Momente, welche Hirsch dazu bestimmen, der antiken Ophthalmologie die Kenntniss optischer Hilfsmittel zu vindiciren; nämlich ein Mal die Worte: „iidem plerumque concavi, ut visum colligant", und das andere Mal der Schlusssatz: „Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in zmaragdo." Was zuerst die Wendung concavi ut visum colligant anlangt, so möchte ich dieselbe mit Hirsch nicht als Beweis dafür ansprechen, dass die Alten die refractorischen Eigenschaften der Concavgläser wirklich gekannt haben, vielmehr gilt mir dieselbe lediglich nur als Ausdruck der eigenthümlichen optischen Vorstellungen des Alterthums, speciell des Plinius. Denn da Letzterer annahm, der Seh-Act werde hauptsächlich durch ein dem Auge entströmendes Fluidum bewirkt, so glaubte er, dass concave Smaragde, eben vermittelst ihrer Concavität die dem Auge entstammenden Sehstrahlen zusammenfassten und auch beisammen erhielten; es stützt sich somit diese Bemerkung des Plinius nicht auf eine wirkliche Kenntniss der refractorischen Werthigkeit der Concavgläser, sondern hat nur die Bedeutung einer speculativen Folgerung aus den eigenthümlichen aprioristischen physiologisch-optischen Anschauungen des Alterthums. Identificirt man den Ausdruck visum colligere mit der Vorstellung, welche die moderne Optik über das Sammeln der Licht-

tungen, aus welchen man vielleicht schliessen könnte, dass ihnen die Asthenopia acommodativa kein ganz unbekannter Zustand gewesen sein dürfte; so erwähnt

---

strahlen lehrt, so macht man sich desselben Fehlers schuldig, den man begeht, wenn man die antike Staar-Ausziehung der modernen schlechthin gleichstellt. Wie man die antike Staar-Ausziehung nur dann richtig zu würdigen und zu beurtheilen vermag, wenn man eine genaue Kenntniss besitzt von der Bedeutung, welche der Begriff, die Pathologie des Staares in der antiken Ophthalmologie hatte, so kann man den Ausdruck visum colligere auch nur dann seiner wahren Bedeutung nach beurtheilen, wenn man die optischen Kenntnisse des Alterthums auf das Genaueste berücksichtigt.

Wenn wir schon mit der Deutung, welche Hirsch in die Wendung visum colligere zu legen scheint, uns nicht einverstanden erklären, so können wir dies noch viel weniger mit der folgenden Bemerkung desselben, wonach Kurzsichtige sich concaver Smaragden zur Besserung ihrer Myopie bedient haben sollten. Davon wird der Leser in der citirten Stelle des Plinius nirgends eine Andeutung finden, ja im Gegentheil, Plinius sagt ganz ausdrücklich, es sei im Alterthum nicht gebräuchlich gewesen, Smaragde zu schneiden: „quamobrem decreto hominum iis parcitur scalpis vetitis", eine Aeusserung, die er wohl kaum hätte thun können, wenn man Smaragde wirklich zu optischen Zwecken bearbeitet hätte. Aber auch ganz abgesehen hiervon, so liegt schon in dem ungemein hohen Werth des Smaragdes ein Umstand, der sicherlich seine Verwendung zu optischen Zwecken illusorisch machen musste. Wer hätte wohl bei dem grossen Werth dieses Steines sich den Luxus gestatten können, ein concaves Brillenglas zu benutzen?

Und werfen wir nun schliesslieh noch einen kritischen Blick auf die Behauptung von Hirsch, dass Nero mittest eines concaven Smaragds die Gladiatorenkämpfe angeschaut habe, so können wir auch in diesem Punkte dem gelehrten Autor nicht beistimmen. Erstlich sagt Plinius gar nicht, dass der von Nero benutzte Stein concav geschliffen gewesen sei, sondern sagt schlechtweg „spectabat in zmaragdo"; und dann darf man nach dem Wortlaut dieser Stelle nur übersetzen, „er sah in einem Smaragd"; ungefähr wie wir sagen: in einem Spiegel etwas sehen. Dass übrigens Plinius wirklich mit jenen Worten auf reflectorische Eigenschaften des Smaragdes hatte hindeuten wollen, geht auch aus dem Satze hervor, der jenen Worten unmittelbar vorausgeht; dort spricht Plinius direct von der Reflexwirkung des Smaragdes. Und als Beweis für diese seine Angabe nennt er eben dann — so erlaube ich mir die Stelle zu deuten — Nero. Hiernach würde also Nero

z. B. Demosthenes*) eines Zustandes, bei welchem sich in Folge längerer Beschäftigung, und zwar besonders des Lesens, allerlei Beschwerden des Auges einzustellen pflegten. Doch ist auch dieser Symptomencomplex nirgends zu einem selbstständigen Krankheitsbild zusammengefasst, sondern wird ziemlich nebensächlich als eine der zahllosen Erscheinungen der Amblyopie überhaupt beschrieben.

Die Presbyopie ist eine zu auffallende und constante Begleiterin des Alters, um dem feinen und scharf beobachtenden Blick der Alten zu entgehen. Und so

---

während seiner Anwesenheit im Circus auf einen Smaragd resp. in einen Smaragdspiegel geschaut haben, in der Absicht, seine vom Sehen ermüdeten, ohnehin schwachen Augen, durch den Anblick des grünen Smaragds zu stärken, wie dies auch die Gemmenschneider thaten; eine Ansicht, die um so mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn man bemerkt, dass Plinius an einer anderen Stelle, Lib. XXIX, Cap. 6, 132, Ed. Sillig, Bd. IV, pag. 373, in directester Weise den Anblick grüner Gegenstände, und zwar des bekannten Käsers, des Scarabaeus viridis empfiehlt; er sagt nämlich an jener Stelle: Scarabaei viridis natura contuentium visum exacuit; itaque gemmarum scalpatores contuitu eorum acquiescunt. Unbemittelte arme Steinschneider werden also wohl sich durch den Anblick jenes grünen Käsers zu stärken gesucht haben, während der Herr der Welt, Nero, sich den Luxus erlauben durfte, zur Kräftigung seines Auges einen Smaragd zu benutzen.

Mag man nun der Deutung, die ich der betreffenden Stelle zu geben versucht habe, beistimmen oder nicht, soviel geht aus unserer kritischen Beleuchtung aber doch hervor, dass jene Stelle des Plinius mit nur einigermaassen befriedigender Sicherheit nicht benutzt werden darf, um der antiken Ophthalmologie die Kenntniss der concaven Gläser zu vindiciren. Und da ich augenblicklich keine Stelle eines anderen antiken Autors kenne, welche den Beweis dafür erbrächte, so erlaube ich mir vor der Hand noch zu bezweifeln, dass die alten Augenärzte bereits Kenntniss von der Wirkung der Concavgläser gehabt, oder gar dieselben schon therapeutisch in Anwendnng gezogen hätten.

Hinsichtlich der Convexgläser verweise ich auf Seite 44 dieses Aufsatzes.

*) Aëtius, Tetr. II, Sermo III, Cap. 44.

finden wir denn auch die Kenntniss dieses Zustandes im Alterthum ganz allgemein verbreitet; Dichter, Philosophen und Aerzte beschäftigen sich mit dem gleichen Interesse mit dieser ihnen so wunderbaren Anomalie des Seh-Aktes. So gedenkt ihrer Aeschylus, indem er sagt:

Θὐδ' ἀποδεν εἶδες αὐτόν· οὐ γὰρ ἐγγύνεν
Ορᾷς, γέρων δὲ γραμματευς γενοῦ σαφής.

Und Sophokles schildert sie noch charakteristischer mit den Worten:

Βραδεῖα μὲν γὰρ ἐν λόγοιοι προσβολὴ
Μόλις δὶ ὠτὸς ἔρχεται τρυπωμένου,
Πόῤῥω δὲ λεύσσων, ἐγγύνεν δὲ πᾶς τυφλός.

Plutarch*) hat diesem Gegenstand sogar ein besonderes Kapitel gewidmet, in welchem er die verschiedensten Erklärungsversuche desselben genau erwägt und bespricht. Und der gleichen Aufmerksamkeit hatte sie sich auch von Seiten der Aerzte zu erfreuen. Bei dem regen Interesse, welches somit der Presbyopie ganz allgemein entgegengetragen wurde, konnte es natürlich auch nicht an allerlei Erklärungen derselben mangeln; fast alle Hypothesen, welche über das Wesen des Seh-Aktes im Gange waren, wurden auch dazu benutzt, die Presbyopie in ihren ursächlichen Momenten zu erklären. So verschieden diese Definitionen auch lauten mochten, dass Gemeinsame besassen sie alle ins Gesammt, dass sie die fragliche Anomalie des Seh-Aktes als eine physiologische ansahen, als ein Produkt der regressiven senilen Metamorphose und sie als das natürliche, physiologische Gegentheil der Myopie betrachteten.

---

*) Plutarch, Tischreden, Buch 1, Frage 8: Warum lesen alte Leute in der Ferne besser als in der Nähe? Dort finden sich auch die Citate aus Aeschylus und Sophokles.

Die Einen suchten den Grund der Presbyopie in den Altersveränderungen, welchen der Augapfel überhaupt unterworfen sein sollte. Besonders beschuldigte man hierbei die Hornhaut, indem man annahm, dieselbe verdicke sich (Aristoteles, de anim. gen., Lib. V, Cap. 1) und werde runzlich; diese senilen Runzeln sollten sich, so erklärt dies z. B. Galen (De usu part., Lib. X, Cap. 5), über einander legen und so das Sehvermögen schwächen. So willkürlich und abenteuerlich diese Vorstellung auch sein mag, so scheint doch gerade sie bei den Autoren des Alterthums sich einer ausnehmenden Beliebtheit erfreut zu haben; und noch bis tief in die neuere Zeit hinein wurde sie von den Schriftstellern*) immer wieder von Neuem reproducirt. Diese, im Grunde genommen doch eigentlich ganz ungerechtfertigte Vorliebe für eine so wunderliche Annahme findet ihre Erklärung vielleicht in dem Umstande, dass gerade sie auf einem ausgesprochen pathologisch-anatomischen Boden stand, während fast alle anderen nur die Erzeugnisse einer phantasiereichen Speculation waren und an die realen anatomischen Verhältnisse des Auges in keiner Weise anzuknüpfen wussten.

Neben den Altersveränderungen der Hornhaut liess man auch die senilen Zustände der anderen Organe des Auges nicht ausser Acht; Eindickung der Augenfeuchtigkeiten, Schwächung und zu geringe Absonderung des Spiritus visibilis u. s. w. wurden insgesammt für sehr bedeutsame Factoren gehalten, welche bei der Entstehung der senilen Augenschwäche in mehr minder ausgesprochener Weise concurriren sollten.

Im Gegensatz zu diesen, auf die Anatomie des

---

*) So finden sich z. B. die nämlichen Lehren in dem seiner Zeit sehr bekannten und geschätzten Werk von Briggs Ophthalmographia. Cantabrigiae 1676, Cap. V, p. 52.

Bulbus zurückgreifenden Erklärungen stehen jene, welche sich wesentlich nur auf die philosophischen Hypothesen des Seh-Aktes stützten. Um aber meine Leser durch eine Besprechung aller dieser Erklärungsversuche nicht unnütz zu ermüden, habe ich blos zwei der charakteristischsten herausgegriffen. Die eine rührt von dem berühmten Peripatetiker Hieronymus,*) der um die Zeit des zweiten Ptolomäus lehrte, her und geht von der physiologischen Grundvorstellung aus, dass das Sehen lediglich erfolge durch Bilder, welche sich von dem Object ablösten und in das Auge eindrängen; eine Vorstellung, die bekanntlich in dem berühmten Lehrgedicht des Lucrez: „De rerum naturà" ihre grösste Vollendung und Ausbildung erreichte. Diese, von den Gegenständen sich loslösende Bilder stellte sich Hieronymus körperlich vor und meinte, dieselben wären in nächster Nähe der Objecte gross und dick und belästigten aus diesem Grunde das stumpfe und träge Gesicht der Greise. Wenn sie sich aber in der Luft ausdehnen könnten, was stets der Fall sei, so bald nur das Object von dem Auge weiter entfernt werde, so brächen ihre gröberen Theile ab und fielen zu Boden, die feineren aber näherten sich dem Augapfel und könnten nunmehr leicht und ohne die geringste Beschwerlichkeit in die Kanäle desselben eindringen.

Die andere Erklärung, welche dem Plutarch angehört, stützt sich ausschliesslich auf die Plato'sche Hypothese des Seh-Aktes, nach der sowohl vom Object, wie auch vom Auge leuchtendes Fluidum ausgehen und aus der Vermischung beider das Sehen entstehen sollte. Da aber das dem Greisen-Auge entströmende Agens nach den Anschauungen der antiken Ophthalmophysiologie für äusserst schwach und kraftlos galt, so meint

*) Plutarch, a. a. O.

Plutarch, dass es von dem zu grossen und kräftigen, den Objecten entstrahlenden Glanze verdrängt und vernichtet werden müsse, wofern man diesen letzteren nicht durch Entfernung des Objectes vom Auge mildere und sänftige.

Dass man bei derartigen Anschauungen von dem Wesen der Presbyopie nicht sonderlich glücklich in ihrer Behandlung sein konnte, ist eigentlich selbstverständlich. Man war wesentlich nur darauf bedacht, die angenommene Hinfälligkeit des Greisen-Auges durch die verschiedensten Collyrien, die ja gerade dem Alterthum in so reicher Zahl zu Gebote standen, zu beseitigen oder doch wenigstens zu mildern. An eine optische Correction der Weitsichtigkeit dachte wohl noch Niemand;*) wenig-

*) Von den verschiedensten Gelehrten ist zwar behauptet worden, dass die Alten sich bereits der Convexlinsen zur Unterstützung des Auges bedient hätten, und hat man zum Beweis dafür neben verschiedenen Stellen aus dem Plinius, Plautus u. A. besonders ein Citat aus dem Aristophanes (Nub. Act. 2, Scen. 1, Vers 765) benutzt, in welchem Strepsiades sagt, er wolle mit einem Glase die Buchstaben der gegen ihn gerichteten Schriften schon auf eine gewisse Entfernung hin anzünden, und dies sei eine Erfindung des Socrates. Doch möchte ich aus dieser Stelle allein noch nicht den Schluss zu ziehen wagen, dass die alte Oculistik in ihrer Therapie wirklich sich der Brillen bedient habe. Denn die fragliche Stelle beweist doch höchstens immer nur, dass das Alterthum bereits die Wirkung der Brenngläser gekannt habe, eine Thatsache, welche auch noch aus anderen Stellen, so z. B. Plinius, Hist. nat. Lib. 37, Cap. 2, oder Seneca, Quaest. nat., Lib. 1, Cap. 6 erhellt; ja die letztere Stelle spricht sogar davon, dass man mittelst hohler, mit Wasser gefüllter Glaskugeln die Schrift vergrössern und deutlicher machen könne. Da man aber trotz alledem bei keinem medicinischen Schriftsteller auch nur die leiseste Andeutung zu finden vermag, dass die Alten sich der Convexgläser oder der mit Wasser gefüllten Kugeln zu therapeutisch-optischen Zwecken bedient hätten, so will es mir wahrscheinlicher erscheinen, dass die alten Aerzte deren therapeutische Wirksamkeit überhaupt nicht gekannt haben.

Wer sich für die Geschichte der Brillen interessirt, der findet weitere Aufklärung sowohl in den verschiedenen Geschichten der

stens findet sich bei keinem medicinischen Autor des Alterthums auch nur die leiseste Andeutung einer derartigen therapeutischen Maassnahme.

Die Accommodationslähmung war in gewissen Perioden der griechischen und römischen Medicin eine, selbst in ihren feineren Symptomen recht genau gekannte Krankheit. Die hippokratische Zeit scheint allerdings noch keine sonderliche Kenntniss dieses Zustandes gehabt zu haben; denn wenn auch an den verschiedensten Stellen der hippokratischen Werke sich Beobachtungen über pathologische Pupillen - Erweiterungen in Verbindung mit Sehstörungen vorfinden, so lassen sich dieselben doch nirgends mit den Erscheinungen der Accommodationslähmung in irgend eine nähere Beziehung bringen. Dagegen tritt in der nachhippokratischen Zeit das Krankheitsbild der Accommodationslähmung um so schärfer und lichtvoller gezeichnet auf; bei Celsus, Aretäus, Galen, Oribasius, Aëtius u. A. finden wir Schilderungen derselben, welche an Vollständigkeit unserem modernen Krankheitsbild dieses Zustandes nur wenig nachgeben, wenn sie natürlich auch in der Deutung und Erklärung der ätiologischen Momente noch Alles zu wünschen übrig lassen.

Das antike Krankheitsbild der Accommodationslähmung setzt sich hauptsächlich aus folgenden Symptomen zusammen: mehr oder minder auffallende Erweiterung der Pupille ohne sonstige pathologische Erscheinungen in der Färbung derselben; Herabsetzung des Sehvermögens; Mikropie.*)

Optik, als auch hauptsächlich in: Winkelmann's Geschichte der Kunst des Alterthums. Herausgegeb. von Meyer und Schulze. Dresden 1812. Bd. III. p. 420.

*) Bedenkt man, dass erst in der neuesten Zeit durch die Untersuchungen von Donders (Die Anomalien der Refraction und Accommodation. Wien 1866. p. 496 und 502) die Kenntniss der

Um Vieles unvollkommener wie dies Krankheitsbild war die Erklärung, welche man für dasselbe zu geben versuchte. Und gerade sie beweist aufs Neue, dass die Hauptstärke der alten Aerzte in ihrer ungemein feinen und geschärften Beobachtungsgabe lag, während ihre physiologischen Anschauungen sich meist in die unfruchtbaren Pfade einer allzu phantasiereichen Speculation verirrten. So nahm man denn auch auf Grund der eigenthümlichen in der antiken Ophthalmophysiologie und Pathologie herrschenden Vorstellungen an, dass die Pupillen-Erweiterung lediglich durch einen vermehrten Zufluss von Flüssigkeiten zu dem Auge erfolgen sollte; diese Flüssigkeiten, so dachte man sich den mechanischen Vorgang in höchst drastischer Weise, dehnten die Pupille gewaltsam aus und erhielten sie in der Folge auch in diesem Zustand.*) Und diese Erweiterung gab dann auch die Veranlassung zu der Schwächung des Sehvermögens; denn der im Auge vorhandene Spiritus visi-

---

Mikropie bei Accommodationslähmung eine allgemeinere geworden ist, so muss es uns um so mehr verwundern, derselben bereits in der griechischen und römischen Medicin zu begegnen. Wer die fraglichen Stellen im Original einzusehen wünscht, findet solche bei Oribasius, Synopsis, Lib. VIII, Cap. 44; ferner bei Paulus von Aegina, De re medica, Lib. III, Cap. 22. De mydriasi u. A. Jedenfalls beweisen dieselben, wie scharfe und genaue Beobachter die alten Aerzte gewesen sein müssen.

*) Aëtius, Libri univers. Tetr. II. Sermo III, Cap. 52.

Uebrigens erklärte Galen die consensuelle Reaction der Pupille in ähnlicher naiver Weise: De usu partium, Lib. X, Cap. 12, sagt er nämlich, dass die Pupille lediglich mechanisch durch einen gasartigen Stoff, welchen er πνεῦμα nennt, erweitert werde, und De symptomatum causis, Lib. I, Cap. 2, bemerkt er sodann: „Mir scheint der Sehnerv, welcher zum Gehirn gelangt und den die Schüler des Herophilus Kanal nennen, weil er allein eine sichtbare Oeffnung hat, der Durchgang eines empfindlichen Geistes zu sein. Daher auch die Pupille des einen Auges erweitert zu werden pflegt, wenn wir das andere Auge schliessen, gleichsam als ob dieser Geist, welcher früher auf beide Augen vertheilt war, nun

bilis sollte, so erklärt dies z. B. Galen,*) nun nicht mehr im Stande sein, die unnatürlich ausgedehnte Pupillar-Oeffnung genügend auszufüllen und bei dem Bestreben, diesen Zweck dennoch zu erreichen, gezwungen sein, sich zu zerstreuen und zu vertheilen, eine Thatsache, welche aber in unmittelbarster Weise zur Sehschwäche führen müsse.

Da man also die Pupillar-Erweiterung für das wichtigste und wesentlichste Symptom der gesammten Erkrankung anzusehen geneigt war, so leitete man von ihm auch den Krankheitsnamen selbst her und beschrieb die Accommodationslähmung unter dem Namen Mydriasis**) oder Platycoria, doch scheint der erstere der gebräuchlichere gewesen zu sein.

Etwas geläuterter wie die soeben geschilderten Anschauungen, scheinen die Vorstellungen des Celsus***) gewesen zu sein. Denn er bringt die Mydriasis bereits mit Lähmungszuständen in Verbindung, wenn er auch noch nicht im Stande ist, den organischen Sitz der Lähmung näher zu kennzeichnen.

Die Therapie der in Rede stehenden Sehstörung ging von der Erfahrung aus, dass bei Reizungen der

---

auf eins allein sich beschränke." Und zwar sollte im Chiasma die Communication beider Nerven, die Verschmelzung der im Innern des Opticus angenommenen Kanäle stattfinden. Bei dieser Gelegenheit (De usu part. Lib. X, Cap. 12) bemerkt Galen übrigens auch, dass im Chiasma keine vollständige Kreuzung statthabe. Ueberhaupt legt die betreffende Stelle die Vermuthung nahe, dass bereits zur Zeit Galen's über die Kreuzungsverhältnisse der Sehnerven im Chiasma ähnliche Meinungsdifferenzen sich geltend gemacht haben, wie sie noch heute die ophthalmologische Welt bewegen.

*) De Symptomatum causis, Lib. I, Cap. 2.

**) Auffallend ist es, dass Aretäus (De signis et causis diuturn. morb., Lib. I, Cap. 7) den Namen μυδρίασις für die pathologische Verengerung der Pupille in Anspruch nimmt.

***) De re medica, Lib. VI, Cap. 6. De mydriasi oculorum.

Conjunctiva Verengerungen der Pupille beobachtet würden, und suchte durch Anwendung von adstringirenden Augenwässern eine derartige secundäre Pupillarreaction zu Wege zu bringen.

Bevor wir uns jetzt zu der Betrachtung der übrigen, dem Alterthum bekannten Sehstörungen wenden wollen, sei es uns noch gestattet, einige wenige Worte über den antiken Begriff der Sehschärfe einzufügen.

Die Sehschärfe. Wenn es das Alterthum auch noch nicht gelernt hatte, für den mittleren physiologischen Grad der Sehschärfe eine bestimmte Grösse aufzustellen und durch numerische Werthe zum Ausdruck zu bringen, so ist doch das Streben nicht zu verkennen, für die Beurtheilung des Umfanges und der Leistungswerthigkeit des normalen Sehvermögens gewisse Anhaltepunkte zu gewinnen. Aus diesem Grunde hatte man sich veranlasst gesehen, in dem physiologischen Zustand der Sehschärfe drei Stufen anzunehmen; nämlich einmal eine mittlere Leistungsfähigkeit, wie man sie von einem gesunden Auge forderte, und die nach den Ansprüchen des Aristoteles*) darin bestehen sollte, dass man entweder entfernte Gegenstände klar und deutlich sehen, oder die Einzelnheiten des gesehenen Gegenstandes genau unterscheiden sollte, sodann ein etwas unter dieser Stufe stehendes Sehvermögen und eine dieselbe weit überholende Sehschärfe. Alle drei Grade galten als durchaus physiologisch und wurden, besonders was die geringere Leistungswerthigkeit anlangt, in keiner Weise für pathologisch angesehen. Doch war man nicht im Stande, diese drei Stufen untereinander durch scharfe Grenzen zu scheiden; sowie man es auch nicht vermochte, das niedrigste Maass des noch physiologischen Sehvermögens von der bereits pathologisch geschwächten

*) Aristoteles, De animalium generatione, Lib. V, Cap. 1.

Leistungswerthigkeit durch sichere Merkmale zu trennen. Es scheint so, als wenn in dem jedesmaligen Falle die Unterscheidung zwischen pathologischem oder physiologischem Zustand der Sehschärfe lediglich dem Gutdünken des Arztes oder, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, dem pathologischen Tact desselben überlassen geblieben wäre.

Besonders abenteuerliche Anschauungen herrschten im Alterthum betreffs der ungewöhnlich gesteigerten Sehschärfe; so erzählt z. B. Varro von einem Manne, der 135,000 Schritt weit ohne jede Anstrengung hätte sehen können. Cicero gedenkt einer Nuss, in welcher Homers Iliade, auf Baumrinde geschrieben, eingeschlossen war. Besondere Aufmerksamkeit erregten sodann die Arbeiten des Callicrates und Myrmecydes, welche sich mit der Anfertigung minutiöser Elfenbeinfiguren beschäftigten.*) Alle derartigen Leistungen galten als Zeichen einer ganz besonders gesteigerten Functionsfähigkeit des Auges.

Die Ursachen, welche man der Erklärung dieser verschiedenen Grade der Sehschärfe zu Grunde legte, wurden natürlich nur aus den damals herrschenden physiologischen Vorstellungen von dem Wesen des Seh-Actes hergeleitet; so nahm z. B. Aristoteles**) an, dass der Umfang der Sehschärfe lediglich nur bedingt werde durch den Wassergehalt des Auges, und zwar sollte eine mittlere Wassermenge die beste Sehschärfe erzeugen.

Es bedarf wohl kaum der besonderen Versicherung, dass derartige Anschauungen von dem Wesen der Sehschärfe keinerlei practische Bedeutung erlangen, viel-

---

*) Alle diese Einzelnheiten berichtet Plinius, Hist. nat., Lib. VII, Cap. 21, 85.

**) a. a. O.

mehr für die antike Ophthalmologie immer nur ein theoretisches, recht beschränktes Interesse beanspruchen konnten.

Nyctalopie. Der Ausdruck Nyctalopie wurde von der alten Medicin den allerverschiedensten Erkrankungen beigelegt; sowohl die Hemeralopie der modernen Augenheilkunde, wie auch jene Zustände, in denen bei gedämpfter Beleuchtung eine Besserung, bei hellem Licht dagegen eine Abnahme der Sehschärfe zu beobachten sind, wurden in gleicher Weise mit dem gemeinsamen Namen Nyctalopie zusammengefasst. Durch diesen Umstand hat das gesammte Capitel gerade in der antiken Oculistik ein höchst unklares Gepräge erhalten, und es wird sich zu einem wirklichen Verständniss desselben durchaus empfehlen, die Hemeralopie gesondert zu betrachten und in dem Capitel der Nyctalopie nur jene Zustände zu vereinigen, in denen eine Besserung des Sehvermögens bei gedämpfter Beleuchtung vorhanden ist.

Bereits Hippokrates*) schildert eine ganze Reihe von Erkrankungen, in denen die Sehschärfe bei Tagesbeleuchtung pathologisch herabgesetzt sei, dagegen bei abnehmender Beleuchtung alsbald wieder zugenommen haben sollte. Ja er spricht sogar von epidemischen Erkrankungen, bei denen neben einer Reihe katarrhalischer Erscheinungen sich auch nyctalopische Beschwerden bemerkbar gemacht hätten. Es würde ein unfruchtbares Beginnen sein, hier genau untersuchen zu wollen, welcherlei Erkrankungen Hippokrates mit seinen Beschreibungen nun eigentlich gemeint habe. Existiren ja doch eine grosse Reihe von Augen-Erkrankungen, in welchen eine auffallende Empfindlichkeit gegen stärkere

*) Praedicatorum, Lib. II.
De morbis vulgaribus, Lib. IV et VI.

Lichteindrücke vorhanden ist; gewisse Erkrankungen des Sehnerven, katarrhalische Affectionen der Conjunctiva, scrophulöse Ophthalmie u. s. w. tragen alle ähnliche Erscheinungen in mehr minder ausgesprochener Weise zur Schau. Ob nun von allen diesen Zuständen Hippokrates gerade die scrophulöse Ophthalmie hauptsächlich habe charakterisiren wollen, wie dies Andreae*) anzunehmen geneigt scheint, ist im Grunde ziemlich gleichgültig und wird sich wohl auch kaum mit Sicherheit nachweisen lassen.

Aehnliche Beschreibungen nyctalopischer Zustände finden sich auch bei Herophylus, Galen, Aëtius u. A.; doch beschränken sich dieselben meist auf die Bemerkung, dass es Personen gäbe, welche am Tage wenig, besser dagegen in der Nacht zu sehen vermöchten. Der Umstand, dass einzelne dieser Autoren, so z. B. Galen, ausdrücklich bemerken, bei gewissen Formen der Nyctalopie wäre das Auge äusserlich scheinbar gesund, legt uns die Vermuthung nahe, dass es sich in derartigen Fällen wesentlich um gewisse Erkrankungen des nervösen Apparates des Auges gehandelt habe.

Uebrigens scheint es auch so, als ob man unter Umständen der Annahme nicht abgeneigt gewesen sei, dass Nyctalopie auch als physiologischer Zustand auftreten könne; so erzählt z. B. Plinius**) vom Kaiser Tiberius, dass derselbe in der Nacht, wenn er erwachte, einige Augenblicke habe ebenso gut sehen können, wie bei Tageslicht. Man scheint sich zu derartigen Annahmen hauptsächlich durch die Beobachtung haben verleiten lassen, dass verschiedene Thierklassen die Fähigkeit besitzen, bei gedämpftem Licht besser zu sehen, wie bei

*) Andreae, Die Augenheilkunde des Hippokrates. Magdeburg 1843. § 34, p. 111.

**) Plinius, Hist. nat., Lib. XI, Cap. 37, 141.

intensivem. Aehnliche Zustände sollten beim Menschen auch auftreten können, sobald der hypothetische Wassergehalt des Auges ein abnorm geringer geworden, oder von Geburt aus schon ein spärlicher gewesen sei.

Die Therapie trägt nicht besonders bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten an sich. Neben den auch bei anderen Augen-Erkrankungen üblichen Blutentziehungen, Ableitungen auf Haut und Darm scheinen auch einige specifische Heilmittel existirt zu haben. So z. B. der Koth des Landkrokodils, welchen Herophilus*) empfiehlt, auch die Leber**) eines Bockes, nüchtern genossen, galt als ein sehr wirksames Specificum.

Hemeralopie scheint eine im Alterthum sehr häufige Erkrankung gewesen zu sein; denn wir finden bei einer grossen Menge von medicinischen Schriftstellern eine recht genaue Beschreibung dieser Anomalie des Seh-Actes. Ob die hippokratische Medicin diese eigenthümliche Sehstörung bereits gekannt habe, ist zweifelhaft; ein klares und scharf gezeichnetes Krankheitsbild derselben ist jedenfalls in den gesammten Werken des Hippokrates nicht nachzuweisen; vielmehr gedenkt er nur der Nyctalopie. Unmöglich ist es jedoch nicht, dass er, wie dies Andreae***) annimmt, beide Zustände noch nicht genau zu unterscheiden vermocht habe. Um so klarer ist die Beschreibung, welche die nachhippokratische Medicin hinterlassen hat; zwar wird der heute übliche Namen Hemeralopie im Alterthum noch nirgends gebraucht, sondern dafür die Bezeichnung Nyctalopie oder Imbecillitas oculi (Celsus†)) benutzt,

---

*) Marx, Herophilus. Carlsruhe und Baden 1838. p. 59.

**) Bekanntlich gilt der Genuss von Leber auch gegenwärtig noch als ein specifisches Mittel gegen Hemeralopie.

***) a. a. O., § 34, p. 112.

†) Celsus, De re medica, Lib. VI, Cap. 6.

doch tritt uns unter diesen Ausdrücken eine recht charakteristische Schilderung des fraglichen Krankheitszustandes entgegen. Von allen Autoren wird in gleicher Weise als das wesentlichste Symptom der Hemeralopie die Abnahme des Sehvermögens bei Eintritt der Dämmerung genannt, und zwar soll bei beginnender Dämmerung der Patient nur schlecht, mit Eintritt der Nacht aber überhaupt nicht mehr sehen; so lautet z. B. die Schilderung, welche Paulus von Aegina*) giebt.

Den Grund für derartige Formen der Sehstörungen suchte man in allerlei willkürlichen Voraussetzungen; so sollte z. B. nach Aëtius**) eine unnatürliche Eindickung und Trägheit des Spiritus visivus die schliessliche Ursache sein, u. dergl. m.

Die Behandlung fiel mit der der Nyctalopie vollständig zusammen und verweisen wir deshalb auf den vorhergehenden Abschnitt.

Die auf Anomalien in dem motorischen Apparat des Auges beruhenden Sehstörungen sind zu charakteristisch und auffallend, um dem feinen beobachtenden Blick der alten Aerzte zu entgehen. So gedenkt denn auch bereits Hippokrates***) des Doppelsehens. Allein ein wirkliches Verständniss aller dieser Zustände scheint sich erst in ziemlich späten Perioden des Alterthums gebildet zu haben. Selbst Aristoteles,†) welcher sich mit dem Doppelsehen, sowie

*) Paulus von Aegina, De re medica, Lib. III, Cap. 22.

**) Aëtius Libr., universal., Tetr. II, Sermo III, Cap. 46.

***) De morbis, Lib. II, heisst es: *καὶ δοκέει ἐκ τοῦ ἑνὸς δύο ὁρᾶν.*

†) Problemata, XXXI, 7, 11, 17. Es würde uns von unserem eigentlichen Thema zu weit abführen, wollten wir uns hier ausführlicher mit den Ansichten des Aristoteles über die Bewegungen des Auges beschäftigen. Wer sich für diesen Gegenstand interessirt, findet die erwünschte Belehrung bei: Wallroth, Syntagma de ophthalmologia veterum, Halae 1818, p. 51.

dem Schielen schon ganz angelegentlich beschäftigt und eine Erklärung dieser Affectionen zu geben versucht hat, hat von den Beziehungen jener Zustände zu den Störungen im motorischen Apparat des Auges kaum eine Ahnung. Die frühesten Spuren einer klinischen Analyse der Bewegungsstörungen des Bulbus scheinen bei Galen*) vorhanden zu sein; und aus ihnen geht hervor, dass Galen bereits den Versuch gemacht hat, auf experimentellem Wege genauere Aufschlüsse hinsichtlich der Physiologie und Pathologie der Augenmuskulatur zu gewinnen. So macht er z. B. De usu partium, Lib. X, Cap. 12, die Bemerkung, dass bei Senkung des Auges, oder, wie wir uns ausdrücken würden, bei gesenkter Visir-Ebene, der gesehene Gegenstand kleiner erscheine. Was nun seine Kenntniss von den pathologischen Zuständen der Augenmuskeln anlangt, so beschränken sich dieselben wesentlich nur auf die Lähmungen der vier Recti, sowie der Obliqui; als charakteristische Merkmale für die Paralysen der geraden Muskeln nennt er die Ablenkung nach der gesunden Seite, während er Schiefstellung des Bulbus für die Lähmung der Obliqui in Anspruch nimmt. Die optischen Erscheinungen dieser Zustände sind ihm weniger klar; das Auftreten von Doppelbildern lässt er nur bei Lähmungen des Rectus superior oder inferior zu, wohingegen er bei Paralysen der seitlichen geraden Muskeln das Erscheinen eines

*) De locis affectis, Cap. 2. Uebrigens wollen wir an dieser Stelle die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die Schilderung, welche Galen von den Augenmuskeln entwirft (De us. part., Lib X., Cap. 8. De muscul. dissect. ad tirones), beweist, dass er niemals ein menschliches Auge auf seine Musculatur hin untersucht haben könne, vielmehr seine Kenntnisse lediglich nur aus der comparativen Anatomie geschöpft haben müsse. Denn er beschreibt als ein dem menschlichen Auge eigenthümlichen Muskel den Musc. choanoideus, welcher bekanntlich dem Menschen fehlt, dagegen für gewisse Thierklassen charakterisch ist,

jeden Doppelbildes geradezu in Abrede stellt. Zu dieser wunderlichen Behauptung scheint ihn wesentlich die Beobachtung bestimmt zu haben, dass Schielende meist von Doppelbildern verschont sind. Wenigstens beruft er sich auf diese Erscheinung ganz ausdrücklich, und stellt als Haupterforderniss für das Zustandekommen von Doppelbildern eine Höhendifferenz in dem Standort der Pupille hin.

Auch Dislocationen der Linse sollen nach Galen das Auftreten von Doppelbildern zu Wege bringen können.

Etwas freier waren die Anschauungen, welche Ptolomäus im zweiten Buch seiner Optik*) lehrte; zwar sind seine Vorstellungen hinsichtlich des Einfach- und Doppelsehens gerade auch nicht sehr glücklich zu nennen, indem er das Einfachsehen durch ein Zusammenfallen der Achsen der hypothetischen Gesichtspyramiden, das Doppelsehen durch eine Divergenz derselben erklärte, doch beschränkte er das Auftreten der Doppelbilder nicht, wie es Galen that, nur auf Zustände, in denen eine Höhendifferenz der Pupillen bestände.

Die nachgalenschen Schriftsteller verlassen den so eben angedeuteten Standpunkt so wenig, dass wir uns eine Besprechung derselben hinsichtlich der hier in Rede stehenden Zustände füglich erlassen können.

Ausser den Doppelbildern nennen die alten Aerzte übrigens noch andere Sehstörungen, welche im Gefolge von Muskel-Erkrankungen auftreten sollen; so entwirft z. B. Celsus**) ein Krankheitsbild, in welchem man sehr deutlich den Nystagmus wiedererkennt. Auch Aëtius***) beschreibt allerlei mit Lähmung der Lid-

*) Wilde, Geschichte der Optik. Berlin 1838. I. Theil, p. 55.
**) De re medica, Lib. VI. De resolutione oculorum.
***) Tetr. II, Sermo III, Cap. 47.

oder Bulbusmuskeln vergesellschaftete Sehstörungen; doch sind seine Bilder so unklar und verschwommen, dass man kaum bestimmte und charakteristische Formen in ihnen erkennen kann.

Amblyopien ohne Befund, dies in der vorophthalmoskopischen Zeit so übel berufene Kapitel, spielte natürlich in der antiken Ophthalmologie keine kleine Rolle. Die lateinische Oculistik fasste alle diese Zustände unter dem Namen Hebetudo zusammen und brachte sie in directen Gegensatz zu jenen Sehstörungen, welche aus äusserlich sichtbaren Ursachen entspringen und die unter dem Namen Obfuscatio oder Obscuritas eine besondere Klasse bildeten. Im Uebrigen scheint man nicht gerade sonderlich besorgt gewesen zu sein, in dies verworrene Kapitel irgendwie Licht und Klarheit zu bringen; vielmehr begnügte man sich damit, zu wissen, dass in gewissen Fällen die Sehstörung ganz plötzlich auftreten könne, während ein andermal wieder ein sehr langsamer Verlauf derselben statthabe.

Die Gelegenheits-Ursachen wurden nicht sowohl aus bestimmten pathologisch-anatomischen Beobachtungen hergeleitet, sondern lediglich nach Willkür und Bedürfniss auf speculativem Wege künstlich construirt. So sprach man von einer Eindickung des Spiritus visibilis; von einem zu starken Feuer- oder Wassergehalt des Auges; von einer Verstopfung des centralen Kanals des Sehnerven; von einer Gerinnung und Eintrocknung der Augenfeuchtigkeiten u. s. w.

Ein für die Pathologie der Amblyopien und Amaurosen sehr ergiebiges Feld fand die antike Oculistik sodann in den Plato'schen Lehren über den Seh-Act; denn da nach diesen ein dem Auge entströmendes Fluidum zum Sehen durchaus nothwendig war, so mussten krankhafte Veränderungen in den hypothetischen Augenporen, durch welche jenes Fluidum dem Auge ent-

strahlen sollte, natürlich zu allerlei Sehstörungen Veranlassung geben (Plato, Menon). Der gleichen Ansicht waren auch jene Autoren, welche glaubten, dass das Sehen durch Bilder entstände, welche, sich von den Objecten ablösend, in das Auge strömten; für sie mussten krankhafte Veränderungen der Poren des Auges mit Amblyopie gleichbedeutend sein. So deutet dies z. B. Lucrez an, wenn er a. a. O., Lib. IV, pag. 597 bis 599 sagt:

Nimirum, quia vox per flexa foramina rerum
Incolumis transire potest, simulacra renutant:
Perscinduntur enim, nisi recta foramina tranant.

welche Stelle v. Knebel mit folgenden Worten überträgt:

Nämlich die Stimme mag durch der Dinge gewundene Gänge
Unbeschädigt gehen; doch dies versagen die Bilder.
Diese reissen entzwei, wofern nicht grad' ist der Durchgang.

Entsprechend diesen willkürlichen pathologischen Voraussetzungen war auch die Therapie aller der hier in Frage kommenden Zustände meist eine planlose. Der hier in Anwendung gezogene Arzneischatz setzte sich aus den wunderlichsten und abenteuerlichsten Ingredienzien zusammen, deren Aufzählung kaum unser Interesse erregen dürfte. Nur der Umstand verdient unsere ganz besondere Aufmerksamkeit, dass die antike Ophthalmologie sich bereits mydriatischer Mittel in ziemlichem Umfange zu bedienen wusste. Und zwar scheint man dieselben nicht blos bei operativen Eingriffen,*) sondern auch bei den verschiedensten anderweitigen Erkrankungen des Auges benutzt zu haben. Aëtius**) nennt in einem besonderen Kapitel alle die

*) Man vergleiche über diesen Gegenstand: Magnus, Geschichte des grauen Staares. Leipzig 1876. Cap. 12, p. 176.

**) Tetr. II, Sermo III, Cap. 41.

Mittel, welchen man eine mydriatische Wirkung zuschrieb, und unter ihnen spielt Hyoscyamus keine kleine Rolle.

Es erübrigt nun nur noch, die krankhaften Veränderungen des Gesichtsfeldes einer Besprechung zu unterziehen.

Die Lehre vom Gesichtsfeld musste natürlich bei den eigenthümlichen Vorstellungen, welche die antike Oculistik von den optischen Verhältnissen des Auges sich construirt hatte, auch ein ganz wunderliches Gepräge an sich tragen. Ausgehend von der Ansicht, dass die Netzhaut kein receptives Organ sei, vielmehr die eigentliche Empfindung des Lichtes ausschliesslich in der Linse liege, und dass ferner der Seh-Act durch ein dem Augen-Inneren entströmendes Lichtprincip vermittelt werde, baute man auf diesen beiden Grundpfeilern ein seltsames Lehrgebäude des Gesichtsfeldes, sowohl hinsichtlich seiner physiologischen, wie pathologischen Zustände auf, das aber trotz aller seiner Abenteuerlichkeiten doch erkennen lässt, wie feine Beobachter die Alten auch in diesem Punkte gewesen sein müssen.

Nach den Lehren des Euclides*) besass das jedem Auge entströmende Fluidum die Gestalt eines Kegels, dessen Spitze in der Pupille liegen und dessen Basis auf das fixirte Object fallen sollte. Diese auf den fixirten Gegenstand fallende Basis des Lichtkegels bildete für die antike Ophthalmologie das Gesichtsfeld eines jeden Auges. Und zwar sollte nach den Lehren Heliodor's von Larissa**) diese Basis eine Kreisform besitzen. Alles was vom Objecte innerhalb dieses Kreises zu liegen

---

*) Euclides. Herausgeg. von David Gregory. Oxford 1703. Erfahrungssatz 2.

**) Heliodori Larissaei Capita opticorum. Florentiae 1573. Die Blätter sind nicht paginirt.

käme, sollte der Beschauer sehen, was aber ausserhalb desselben sich befände, wäre unsichtbar (Euclides, Satz 3). Doch sollte innerhalb dieses kreisförmigen Gesichtsfeldes das Sehvermögen nicht an allen Stellen gleich scharf und genau sein; Euclides hatte schon die Beobachtung gemacht, dsss man von jedem fixirten Gegenstand immer nur einen kleinen Theil auf einmal zu erkennen vermöge, und dass der Total-Eindruck eines jeden Objectes nur dadurch ermöglicht werde, dass die Lichtstrahlen mit grosser Schnelligkeit über die einzelnen Punkte desselben hinwegeilten (Theorem I). Doch fehlte ihm noch die nähere Erkenntniss, in welchem Theil des Gesichtsfeldes nun eigentlich das Scharfsehen zu Stande komme. Erst Heliodor von Larissa war es beschieden, den Unterschied zwischen der centralen und peripheren Sehschärfe endgültig festzustellen. Er lehrte, dass innerhalb des kreisförmigen Gesichtsfeldes nur eine beschränkte Stelle existire, mit der man deutlich sähe, und zwar sollte diese Stelle in der Nähe der Achse des Gesichtskegels, also im Centrum des Gesichtsfeldes, liegen.*) Mit den peripheren Bezirken vermöchte man zwar auch zu sehen, aber lange nicht mit der Schärfe und Genauigkeit, wie mit jener centralen Stelle. Und aus diesem Grunde sei es erforderlich — so fährt Heliodor in seiner Erklärung weiter fort — wolle man anders einen Gegenstand fixiren und ihn genau und deutlich sehen, die Axe des Gesichtskegels oder das Centrum seiner kreisförmigen Basis direct auf das Object zu richten. Es verfügte somit die alte Medicin bereits über sehr beachtenswerthe Kenntnisse hinsichtlich des Gesichtsfeldes, und hauptsächlich scheint der

*) Der betreffende Passus lautet wörtlich: „ἐὰν οὖν ὁρᾶσθαι τὶ ἀκρυβῶς ἐθελήσομεν, ἐπιστρέφομεν οὕτω τὴν ὄψιν, ὥστε κατὰ αὐτὸ τὸ μεσώτατον τοῦ τῆς ὄψεως κώνου προβάλλειν τῷ ὁρωμένῳ.“

functionelle Unterschied zwischen dem peripheren und centralen Sehen ihre besondere Aufmerksamkeit erregt zu haben; ein Umstand, welcher um so anerkennenswerther ist, als der antiken Medicin ja noch die Kenntniss von der anatomischen Existenz der Macula lutea*) durchaus fehlte.

Noch genauer und umfassender waren die Kenntnisse, welche die alte Augenheilkunde von den krankhaften Veränderungen des Gesichtsfeldes besass. Bereits im Hippokrates**) begegnen wir den Beschreibungen grösserer, halbseitiger Defecte, und Galen***) zählt eine ansehnliche Reihe der verschiedensten Gesichtsfeldstörungen auf; er kannte schon die centralen Defecte, denn er bemerkt ausdrücklich, dass in gewissen Fällen der Patient alle Gegenstände wie durchlöchert erblicke. Auch die peripheren Beschränkungen des Gesichtsfeldes waren ihm bekannt und ebenso halbseitige Defecte. So überraschend und vortrefflich diese Beobachtungen auch sein mochten, so scheinen sie doch weder in diagnostischer noch in prognostischer Hinsicht sonderlich benutzt worden zu sein, und es dachte sicherlich kein Augenarzt des Alterthums daran, jene klassischen Beobachtungen für die diagnostische Untersuchung des Auges

---

*) Die ersten Nachrichten von der Existenz der Macula lutea scheinen im Jahre 1782 durch den Italiener Buzzi bekannt geworden zu sein; unabhängig von dieser Publikation entdeckte Sömmering 1795 die Macula nochmals, und erregte durch seine genaue Beschreibung derselben das allgemeine Interesse in hohem Grade. Man vergleiche über diesen Punkt übrigens: Sömmering, Lehre von den Eingeweiden und Sinnes-Organen des menschlichen Körpers. Leipzig 1844.

**) De morbis, Liber II; daselbst lautet eine bezügliche Stelle: „*καὶ δόκέει τό ἥμισυ τῶν προσώπων ὁρᾶν.*"

**) De symptomatum causis, Lib. I, Cap. 2. Man vergl. auch: Magnus, Geschichte des grauen Staares. Leipzig 1876. Kap. 1, pag. 12.

zu verwerthen. Der Grund hierfür lag augenscheinlich in den irrigen Vorstellungen, welche man sich von dem Wesen aller derartiger Erscheinungen gemacht hatte; man nahm nämlich an, dass dieselben lediglich nur durch Anhäufung von exsudatähnlichen Producten auf der Linse und im Pupillargebiet entstünden. So sollte z. B. ein ringförmig den Pupillarrand bedeckendes Exsudat eine Einengung des Gesichtsfeldes hervorrufen, während man Exsudatflocken, welche im Centrum der Linse lagern sollten, als Grund centraler Gesichtsstörungen hinstellte.

Es liegt somit der Werth der antiken Lehre von den Sehstörungen, wie wir dies bereits Eingangs dieser Untersuchung bemerkt haben, hauptsächlich in der überaus reichen Fülle treffender und häufig überraschend fein nuancirter Beobachtungen, während dagegen die Pathologie und Therapie in keiner Beziehung eine auch nur annähernde Stufe der Ausbildung zu erreichen im Stande waren. Der Hauptgrund dieser Erscheinung liegt eben darin, dass die alte Ophthalmologie ihre physiologischen Anschauungen nicht auf dem Grunde gesicherter anatomischer Kenntnisse und exacter, durch Experimente oder klinische Beobachtungen gewonnener Anschauungen aufzubauen versuchte, sondern sich mit willkürlichen, von einer allzu fruchtbaren Phantasie in reichlichster Menge erzeugten Vorstellungen begnügte. Und da die alte Ophthalmologie nun auch versuchte, von diesem aprioristischen Standpunkt aus ihr Lehrgebäude der Pathologie und Therapie zu construiren, so mussten diese naturgemäss denselben eigenthümlichen und phantastischen Charakter gewinnen, wie ihn eben ihre a priori erzeugte Ophthalmophysiologie besass. Und so ist es denn ganz begreiflich, dass wir in der antiken Ophthalmopathologie häufig neben den feinsten und gediegensten klinischen Bemerkungen, den aben-

teuerlichsten und verworrensten Erklärungen der so fein beobachteten Erscheinungen begegnen. In der antiken Therapie der Sehstörungen herrschte der rein aprioristische Standpunkt zwar nicht so ausschliesslich, wie in der Pathologie, sondern erhielt in der Empirie einen sehr mächtigen Concurrenten, doch war damit für ihre Leistungswerthigkeit nicht allzu viel gewonnen Denn gerade in der antiken Ophthalmologie zeigte sich die Empirie fast stets von ihrer übelsten Seite; sie bewies hier eine Leichtgläubigkeit, eine Willkür und Zerfahrenheit, wie wir sie kaum schlimmer denken können. Nur selten findet man in dem Wust der abenteuerlichsten Behandlungsmethoden einmal eine wirklich beachtenswerthe, gediegene Beobachtung, wie z. B. die von der mydriatischen Wirkung gewisser Substanzen, oder von der Heilwirkung des Alauns u. s. w.

Ueber die Wirkung des Eserins auf das normale Auge.*)

Von

Dr. A. v. Reuss,
Privatdocent in Wien.

Wie bekannt, hat bereits Helmholtz in seiner grossen Arbeit über die Accommodation des Auges**) angeführt, dass die Höhe des intraoculären Druckes einen Einfluss auf die Grösse der Hornhautwölbung ausübe, und dass es zu erwarten stehe, das Ophthalmometer werde geringe Schwankungen im Binnendrucke des Auges verrathen, noch ehe der zufühlende Finger sie erkennen kann.

Bisher haben es jedoch nur Wenige versucht, zu dieser eminent praktischen Verwerthung des Ophthalmometers etwas beizutragen. Mit Erfolg schlug Schelske***) den bereits von Helmholtz betretenen Weg ein, indem er in enucleirte Augen von Kaninchen und Menschen

---

*) Eine vorläufige Mittheilung über diesen Gegenstand habe ich in der „Wiener medicinischen Presse" vom 27. Mai 1877 (No. 21) veröffentlicht.

**) A. f. O., I, 2.

***) A. f. O., X, 2.

Flüssigkeit trieb und dadurch den intraoculären Druck erhöhte; er gelangte zu dem erwarteten Resultate, dass die Hornhaut wenigstens bis zu einer gewissen Druckhöhe flacher werde. An glaucomatösen Augen hatte schon früher Donders*) Messungen unternommen, konnte jedoch weder durch Vergleichung eines gesunden und kranken Auges desselben Individuums, noch [durch Messungen desselben Auges vor und nach der Operation einen bestimmten Einfluss des intraoculären Druckes auf die Hornhautwölbung erkennen. Zu denselben negativen Ergebnissen gelangte Coccius**). Selbst in solchen Fällen einseitiger Erkrankung, „wo hohe Spannung, weit vorgerückte Amblyopie, Gesichtsfeldbeschränkung, Druck-Excavation des Sehnerven, Vorhandensein des Arterienpulses" zu constatiren waren, konnte doch im Vergleich mit dem gesunden Auge keine Krümmungsabweichung gefunden werden; er sucht den Grund hierfür in der Rigidität der Sclerotica. Dagegen konnte er eine Abflachung der Cornea an einem Auge beobachten, an welchem nach Discission einer Cataracta Spannungserhöhung aufgetreten war, und wo sich der Radius der Cornea von 7,75 Mm. auf 8,20 Mm. vergrössert hatte. Bei Kranken mit herabgesetzter Augenspannung konnte Coccius in der Mehrzahl der Fälle einen grösseren Krümmungsradius als am anderen gesunden Auge constatiren.

Mauthner*) giebt bezüglich seiner Messungen in einzelnen Fällen von glaucomatösen (nicht hypermetro-

*) A. f. O., VIII, 2, pag. 163. (In Haffmann's Dissertation über Glaucom.

**) Ophthalmometrie und Spannungsmessung am kranken Auge. Leipzig 1872. — Die Heilanstalt für arme Augenkranke zu Leipzig. 1870. pag. 56.

***) Vorlesungen üb. d. opt. Fehler des Auges, II. Wien 1876. pag. 222.

pischen) Augen nur an, dass er keinen grossen Hornhautradius gefunden, dagegen konnte er an einem Auge mit aufquellender Cataracta traumatica einen Hornhautradius von 8,5 Mm. finden, der nach Entfernung des Staares auf 7,73 Mm. zurückging.

Endlich hat Woinow*) an zwei Migräneleidenden während des Anfalles eine Vergrösserung des Cornealhalbmessers gefunden (in einem Falle um 0,416 Mm., im anderen um 0,38 Mm.). So viel mir bekannt, sind dieses sämmtlich in der genannten Absicht vorgenommene Messungen.

Ich selbst habe im Jahre 1869 behufs Studiums des Astigmatismus nach Iridectomien auch an glaucomatösen Augen einige Messungen vorgenommen. Doch waren die mechanischen Schwierigkeiten in Folge der Lichtscheu, des Mattseins der Cornea u. s. w. so gross, dass ich von weiteren Messungen Umgang nahm.

Unter meinen Notizen finde ich nur einen Fall, der vor und nach der Operation gemessen wurde. Vor der Operation im horizontalen Meridiane r = 7,61675, im verticalen r = 7,72125; am 9. Decbr. Iridectomie nach oben; am 16. Debr. hor. r = 7,83115, vert. r = 7,9590. Ich führe diese Messungen, denen ich keinen grossen Werth beilege, ohne weitere Bemerkung an.

Als A. Weber seine tonometrischen Untersuchungen über den Einfluss von Atropin und Calabar veröffentlichte, beschloss ich, den Versuch zu machen, ob sich das Ophthalmometer hier als Spannungsmesser würde verwerthen lassen. Bei der geringen Menge einschlägiger Beobachtungen, hielt ich auch negative Resultate nicht für werthlos; positive für um so wichtiger, als sie ein Medicament betreffen würden, dessen Wichtigkeit für die Therapie jetzt noch nicht abzusehen ist.

---

*) Ophthalmometrie. Wien 1871. p. 68.
**) A. f. O., XXIII, 4.

Wenn ich im Folgenden die Resultate meiner Untersuchungen niederlege, geschieht es nicht ohne das Bewusstsein, dass dieselben hätten noch weiter ausgedehnt werden sollen; doch sind sie einerseits zur Constatirung gewisser Thatsachen vorläufig genügend, andererseits schien es mir im Interesse einiger, einstweilen unterbrochener Arbeiten zu liegen, der vorliegenden keinen grösseren Umfang zu geben.

Ich begann meine Arbeit damit, Personen, deren Hornhautradius in der Gesichtslinie ich vorher gemessen, eine Lösung von schwefelsaurem Eserin (1 : 100) einzuträufeln und sobald maximale Verengerung der Pupille eingetreten war oder der Accommodationskrampf anscheinend den höchsten Grad erreicht hatte, die Messung an derselben Stelle zu wiederholen. Doch erschienen mir die hierbei gewonnenen Resultate nicht beweisend genug, und die einzelnen Messungen zu differirend, als dass ich daraus hätte Mittelzahlen benutzen können. Als ich über den raschen Verlauf des Accommodationsspasmus ins Klare gekommen war, sah ich ein, dass ich offenbar den ganzen Verlauf dieser Veränderungen verfolgen müsse; ferner, dass bei den kleinen Differenzen, die zu erwarten waren, mit der grössten Genauigkeit vorzugehen sei, und Vorsichtsmaassregeln angewendet werden müssten, welche ich Anfangs nicht ängstlich genug beobachtet zu haben glaubte. Ich ging daher später in der Weise vor, dass ich nach Sicherstellung des Normalradius einträufelte, und nun von 5 zu 5, oder von 10 zu 10 Minuten die Messung wiederholte, ohne dass inzwischen der Untersuchte seinen Platz verliess, und ohne dass irgend eine Aenderung in der Aufstellung der Apparate vorgenommen wurde. Der Kopf war durch Einbeissen in Siegelwachs vollkommen fixirt, als Visirzeichen wurde eine weisse Marke am Nullpunkte des Woinow'schen Spiegel-Apparates angebracht, wodurch

freilich die Hornhaut ein wenig unterhalb der Gesichtslinie gemessen wurde, was jedoch für unsere Zwecke ganz ohne Belang ist. An der dem Untersuchten gegenüberliegenden Wand, 15′ von demselben entfernt, hatte ich eine Snellen'sche Buchstabentafel angebracht, welche durch eine Gasflamme beleuchtet werden konnte. Es war mir daher möglich, wenn auch in einer etwas kleinen Distanz, Sehproben für die Ferne zu machen, ohne Zeit zu verlieren, und ohne dass der Untersuchte den Platz zu wechseln brauchte. Ich konnte so neben den Veränderungen an der Hornhaut gleichzeitig den Gang des Accommodationskrampfes beobachten. Liegen auch bereits von anderer Seite*) mehrere diesen Punkt betreffende Untersuchungen vor, so schien der Vergleich mit denselben doch nicht uninteressant, und konnte so ein Einblick in das Verhältniss von Hornhautkrümmung und Accommodations-Anspannung gewonnen werden.

Ich führe nun die einzelnen Untersuchungen ungefähr in der Reihenfolge auf, in der sie ausgeführt wurden.

I. Versuch.

Grossegger, Leopold, 16 Jahre. Am linken Auge Cataracta traumatica.

Am rechten Auge ohne Glas in 15′ Sn. No. XL., mit + 16 noch eben so viel, mit + 16 cyl., Axe vert. No. XXX.

Die Messung vor dem Einträufeln ergab r = 7,5150. Es werden 3 Tropfen an demselben Tage bereiteter Eserinlösung (1%) eingeträufelt. (Merck'sches Präparat, aus Wiener Apotheken bezogen, ebenso bei allen folgenden Versuchen).

Nach 5 Minuten Hm $\frac{1}{24}$ S $\frac{15}{40}$

*) v. Graefe, A. f. O., IX, 3. pag. 87. — Krenchel, A. f. O., XX, 1, pag. 135. — Donders, Anom. d. Refr. u. Accom. Deutsche Ausg., pag. 515. — Fronmüller, Deutsche Klinik, 1864. 32 u. 33.

Nach 10 Minuten $M\frac{1}{60}$ $S\frac{15}{40}$
$r = 7{,}5205$
„ 15 „ $M\frac{1}{20}$*)
„ 20 „ $r = 7{,}4435$
„ 25 „ $M\frac{1}{16}$
„ 30 „ $r = 7{,}44625$
„ 35 „ $M\frac{1}{10}$
„ 40 „ $r = 7{,}4270$
„ 45 „ $M\frac{1}{9}$
„ 50 „ $r = 7{,}4265$
„ 55 „ $M\frac{1}{12}$, gleich darauf $M\frac{1}{14}$
„ 60 „ $r = 7{,}4435$
„ 65 „ $M\frac{1}{20}$ $S\frac{15}{30}$, gleich nachher $M\frac{1}{60}$ $S\frac{15}{30}$
„ 70 „ $r = 7{,}4105$
„ 75 „ E
„ 80 „ $r = 7{,}42425$
„ 85 „ $Hm\frac{1}{30}$
„ 90 „ $r = 7{,}47375$
„ 95 „ $Hm\frac{1}{30}$ $S\frac{15}{40}$, ebenso mit + 20 c. Axe vert.
„ 100 „ $r = 7{,}515$
„ 105 „ $Hm\frac{1}{24}$ $S\frac{15}{40}$, auch mit + 18 c. Axe vert.
„ 110 „ $r = 7{,}5277$
„ 115 „ $Hm\frac{1}{24}$ $S\frac{15}{40}$, auch mit + 18 c. Axe vert.
„ 120 „ $r = 7{,}5205$

Pupille am Schlusse der Messung noch extrem eng. Im Auge war heftiges Spannen und eine Zeit lang Schmerzgefühl vorhanden, Kopfschmerz fehlte. Der Untersuchte hielt sehr ruhig.

---

*) Wo keine Sehschärfe angegeben ist, beträgt diese immer $\frac{15}{20}$.

Zur bequemeren Orientirung habe ich die Resultate sämmtlicher Versuche graphisch dargestellt, wobei ich mir erlaubte, beide Curven fallend zu zeichnen. Die Zahlen links geben die Hornhautradien in hundertstel Millimetern (die weiteren Decimalen habe ich vernachlässigt), rechts sind die corrigirenden Linsen in ungefähren Refractions-Intervallen von $\frac{1}{60}$ angemerkt, die Zahlen der oberen Reihe endlich zeigen die Zeit des Versuches zu je 5 Minuten an. Die Curve für den Radius wurde ausgezogen, die auf die Refraction bezügliche punktirt dargestellt. Der Radius vor dem Einträufeln ist in der ersten Columne links angegeben, eventuell in mehreren Werthen, sobald mehrere Messungen desselben vorgenommen wurden.

Fig. 1.



Der grössere Werth des Radius in den ersten 5 Minuten liegt innerhalb der Messungsfehlergrenzen; er wird rasch kleiner, und es erreicht die Verkleinerung ihren Höhepunkt bei 70 Minuten; sie beträgt im Ganzen 0,1 Mm. Das Ansteigen findet langsamer statt, als das Fallen; in 110 Minuten ist der ursprüngliche Werth erreicht. Eine Verkleinerung um 0,07 Mm. bleibt auffallend lange, durch eine volle Stunde bestehen. Ob die Schwankung in der 60. Minute nur ein Messungsfehler ist, lässt sich schwer entscheiden.

Das Steigen der Refraction erfolgt gleichzeitig mit dem Fallen der Grösse des Radius, die Abnahme erfolgt in gleicher Weise, jedoch früher als das Grösserwerden des Radius. Die grösste Refractionssteigerung bis zu M $\frac{1}{9}$ beträgt $\frac{1}{5,6}$ Brechwerth, und tritt mit der 40. Minute auf. Am Schlusse des Versuches, nach 2 Stunden, hat die Refraction noch nicht ganz ihren früheren Werth erreicht.

II. Versuch.

Stichhanel, Josef, 40 Jahre.

Linkes Auge. Emmetropie S $\frac{20}{20}$.

Zwei Messungen vor dem Einträufeln ergeben übereinstimmend r = 7,625.

Es wird einmal ausgiebig frische Eserinlösung von 1 % eingeträufelt. Messungen von 5 zu 5, später von 10 zu 10 Minuten, in der Zwischenzeit eine Sehprobe. Die Pupille wird bereits nach 5 Minuten enger, nach 20 Minuten ist sie sehr eng.

Nach	5	Minuten	r = 7,61675	M $\frac{1}{20}$
„	10	„	r = 7,61675	M $\frac{1}{14}$
„	15	„	r = 7,62675	M $\frac{1}{10}$
„	20	„	r = 7,62500	M $\frac{1}{9}$
„	25	„	r = 7,61675	M $\frac{1}{12}$
„	30	„	r = 7,62675	M $\frac{1}{14}$
„	35	„	r = 7,60575	M $\frac{1}{14}$
„	40	„	r = 7,62675	M $\frac{1}{14}$
„	45	„	r = 7,53425	M $\frac{1}{14}$
„	55	„	r = 7,57825	M $\frac{1}{16}$

Nach 65 Minuten r = 7,60025 M $\frac{1}{20}$

„ 75 „ r = 7,62675 M $\frac{1}{20}$

„ 85 „ r = 7,62500 M $\frac{1}{40}$

„ 90 „ M $\frac{1}{60}$

Die Wirkung ist hier keine so eclatante wie im vorigen Falle. Ein auffälliges Sinken des Radius erfolgt erst mit der 40. Minute, aber plötzlich, die Schwankungen bis dahin sind minimal. Das Maximum der Verkleinerung beträgt 0,09 Mm., bleibt nur wenige Minuten bestehen, das Wachsen geschieht langsamer, nach 75 Minuten ist der frühere Werth erreicht. Die Steigerung der Refraction erfolgt sogleich nach dem Einträufeln, nimmt nach und nach zu, erreicht bereits in der 20. Minute mit M $\frac{1}{9}$ (Brechwerth $\frac{1}{9}$) den Höhepunkt, und fällt von da sehr langsam wieder ab; in 90 Minuten ist noch M $\frac{1}{60}$ vorhanden.

Fig. 2.



III. Versuch.

Lang, Johanna, 28 J. Linkes Auge. Emmetropie. Vor dem Einträufeln r = 7,1625. Einmaliges Einträufeln Tags vorher bereiteter 1% Eserinlösung.

Nach 4 Min. beginnt Zucken im Auge.
„ 10 „ r = 7,18105.
„ 15 „ Refraction unverändert. Reissende Schmerzen ober dem Auge.
„ 25 „ r = 7,16515. E fortbestehend.
„ 30 „ Pupille beginnt enger zu werden.
„ 35 „ Sn 20 nicht mehr prompt mit freiem Auge. r = 7,18105.
„ 45 „ M $\frac{1}{60}$. r = 7,21815. Pupille noch nicht sehr eng; das Gefühl von Zucken dauert fort.
„ 55 „ M $\frac{1}{60}$. Pupille sehr eng. r = 7,1625.
„ 65 „ Sn No. XX mit freiem Auge wieder sehr deutlich. Zucken unbedeutend. r = 7,15985.
„ 75 „ r = 7,18105.
„ 80 „ E bleibt.

Untersuchte unruhig, sehr empfindlich. Scheint sich nur mit Widerwillen messen zu lassen.

Ich würde die geringe Wirkung auf die Accommodation im vorigen Falle mit dem Alter der Gemessenen in Beziehung bringen, würde nicht das viel jugendlichere Individuum in diesem Versuche eine fast vollständige Unempfindlichkeit gegen die Lösung zeigen, sowohl was die Accommodation, als was den Cornealradius betrifft. Erst in der 45. Minute ist M $\frac{1}{60}$ da, mit 60 Minuten bereits wieder E. Die Werthe für den Radius machen bedenkliche Schwankungen, aber nach oben, so dass, die Richtigkeit der Messungen vorausgesetzt, mit 45 Minuten eine Vergrösserung des Halbmessers um 0,05, respective (wenn der Werth 7,28, als innerhalb der Fehlergrenzen liegend, als normal angenommen wird) um 0,03 Mm. erfolgt.

IV. Versuch.

Mücke, Eduard, 17 J. Rechtes Auge. E. S $\frac{20}{20}$. r = 7,9761.

Bald nach einmaligem Einträufeln frischer 1% Lösung tritt das Gefühl von Zucken im Auge ein.

Nach 10 Min. r = 7,97895. M $\frac{1}{60}$.

Nach 20 Min. r = 7,9531. M $\frac{1}{50}$; Verengerung der Pupille beginnt.

„ 30 „ r = 7,9875. E.! Zucken gering, Sehen nur zeitweilig für einen Moment verschlechtert, Pupille eng.

„ 40 „ r = 7,97325. E ist geblieben.

„ 50 „ r = 7,9476. E.

„ 60 „ r = 7,97895. E. Pupille noch extrem eng. Kein Zucken mehr.

Der Versuch giebt dasselbe negative Resultat wie der vorige. Die Verkleinerung des Radius ist so unbedeutend (0,03 Mm.), dass sich daraus eben so wenig ein Schluss ziehen lässt, als aus der Vergrösserung bei Johanna Lang. Die Refraction, die zwischen 10 und 20 Minuten nicht weiter als bis M $\frac{1}{50}$ steigt, ist mit 30 Minuten bereits wieder auf dem normalen Niveau angelangt.

V. Versuch.

Da die Wirkung in dem vorigen Falle ganz ausgeblieben war, wurde nach 4 Tagen dasselbe Individuum nochmals untersucht, und r = 7,9647 bestimmt. Hierauf wurde zwei Tage vorher bereitete 2% Lösung eingeträufelt.

Nach 3 Min. beginnt Zucken im Auge.

„ 6 „ M $\frac{1}{50}$.

„ 10 „ r = 7,9647. M $\frac{1}{50}$.

„ 15 „ Pupille wird enger, das Zucken lässt nach, dafür stellt sich drückender Schmerz im Auge ein.

„ 20 „ r = 7,96185. M $\frac{1}{50}$.

„ 28 „ M $\frac{1}{60}$.

„ 30 „ r = 7,96470. Pupille sehr eng. Fast E.

„ 35 „ r = 7,92195. E, aber No. 1 (Jäger) nicht weiter als 5″.

„ 45 „ r = 7,94425.

„ 55 „ r = 7,95045.

Da die Wirkung abermals unbedeutend war, so wird noch einmal dieselbe Lösung eingeträufelt.

Nach 65 Min. stellt sich wieder Zucken ein.

„ 70 „ r = 7,97325. M $\frac{1}{60}$.

„ 75 „ M $\frac{1}{20}$. Drückender Schmerz in der Umgebung des Auges.

„ 80 „ r = 7,97040. M $\frac{1}{20}$. An den Lidern ein äusserst lebhaftes Zucken des Orbicularis sichtbar.

„ 90 „ r = 7,8963. M $\frac{1}{24}$.

„ 95 „ M $\frac{1}{40}$.

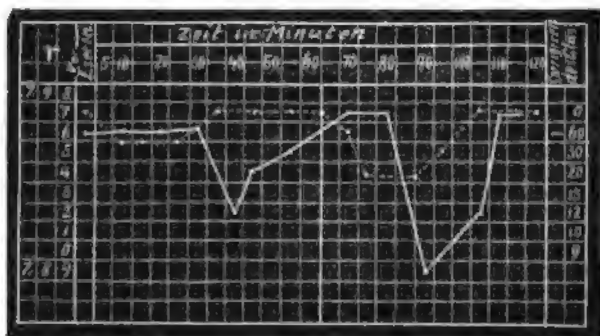
„ 100 „ Das Zucken in den Lidern dauert in geringerem Grade fort.

„ 105 „ r = 7,9191.

„ 110 „ r = 7,97610. E.

„ 115 „ r = 7,97610. E. Zucken hat vollständig aufgehört.

Fig. 3.



Auf einmaliges Einträufeln doppelt starker Lösung erfolgt zwischen der 30. und 40. Minute ein rasches Sinken der Radialgrösse um 0,04 Mm., welches sich innerhalb 30 Minuten wieder ausgleicht; nochmaliges wiederholtes Einträufeln bringt eine

abermalige Verkleinerung des Halbmessers um 0,07 Mm. zu Stande, die nach 25 Minuten verschwunden ist. Das Steigen der Refraction erfolgt ebenfalls zweimal, aber jedesmal früher als die Vergrösserung der Hornhautwölbung. Nach einmaliger Application ist die Wirkung gleich der nach 1% Lösung, sehr unbedeutend, es entsteht M $\frac{1}{50}$; nach dem zweiten Instilliren entsteht M $\frac{1}{20}$, die Wirkung ist also auch hier sehr mässig.

VI. Versuch.

Fischer, Franz, 28 J. Linkes Auge. Emmetropie 3 Messungen ergeben für r die Werthe 7,4325, 7,42425, 7,43525.

In Zwischenräumen von 2 Minuten wird 3 Tage alte 2% Lösung dreimal instillirt.

Nach 10 Min. r = 7,4325.
„ 15 „ M $\frac{1}{5}$*) r = 7,4270.
„ 20 „ M $\frac{1}{4\frac{1}{3}}$.
„ 25 „ r = 7,4325. Pupille sehr eng.
„ 30 „ M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{30}$. Pupille sehr eng. r = 7,3940.
„ 35 „ M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{30}$. Zucken geringer. r = 7,3720.
„ 40 „ r = 7,33625.
„ 50 „ r = 7,3500. M $\frac{1}{5}$. S $\frac{15}{20}$?
„ 60 „ r = 7,36925. M $\frac{1}{7}$. S $\frac{15}{20}$.
„ 70 „ r = 7,4105. M $\frac{1}{36}$.
„ 80 „ E.

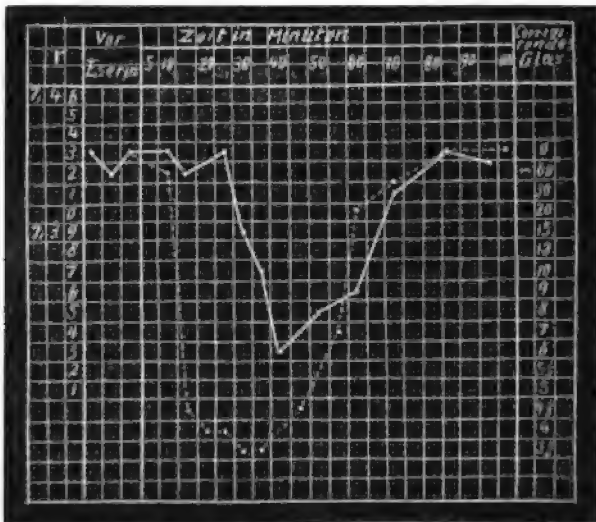
*) In diesen, wie in allen folgenden Fällen ist von M $\frac{1}{6}$ angefangen, der Abstand des Glases vom Knotenpunkte (= ⅔″) berücksichtigt. Das corrigirende Glas war also 4⅓.

Nach 85 Min. r = 7,4380.
„ 95 „ r = 7,4270. E.

Kopfschmerzen, Schmerzen im Auge, Zuckungen im Orbicularis fehlten gänzlich.

Bis 25 Minuten bleibt der Radius unverändert, dann erfolgt das Kleinerwerden ziemlich rasch, hat mit der 40. Minute das Maximum erreicht: Verkleinerung um 0,10 Mm. Das Zurückgehen erfolgt etwas langsamer. Nach 85 Minuten ist der Radius wieder von normaler Grösse. Die Wirkung auf die Refraction ist eine eben so rasche als mächtige; zwischen der 10. und 15. Minute tritt eine Aenderung von M $\frac{1}{60}$ auf M $\frac{1}{5}$ ein, auf welchem Niveau die M, noch vorübergehend bis M $\frac{1}{4}$ steigend, durch 35 Minuten bleibt, um dann wieder ziemlich rasch innerhalb 15 Minuten bis M $\frac{1}{20}$ zu fallen. Mit 85 Minuten ist gleichzeitig mit dem Radius die Norm wieder erreicht.

Fig. 4.



VII. Versuch.

Kalich, Anna, 12 J.

Dieser, wie alle folgenden Versuche wurden an demselben Individuum angestellt. Es wurde das linke Auge, an welchem Thränensackblennorrhoe vorhanden war, einmal, das rechte Auge dagegen dreimal gemessen. Eine vierte Messung desselben Auges (in der Reihenfolge die zweite) war unbrauchbar, weil während der Messung der Spiegel-Apparat verrückt wurde und, was erst nachher bemerkt wurde, einer der Spiegel sich verschoben hatte. Doch war von dieser Messung die Refractionsprüfung brauchbar. Das Mädchen war an beiden Augen emmetropisch mit so guter Sehschärfe (zwischen $\frac{25}{20}$ bis $\frac{30}{20}$), dass in 15′ (in dieser Entfernung musste, wie erwähnt, untersucht werden) noch mit convex 30 Nr. XX (Snellen) erkannt wurde. Doch glaubte ich auch diesen Umstand mit berücksichtigen zu müssen, da, wenn nachher mit Convexgläsern schlechter gesehen wurde, dies noch als minimaler Grad von Myopie anzusehen war.

Die einzelne Messung am linken Auge möge den anderen vorangehen.

Zu Beginn des Versuches war r = 7,3825. Es wurde in Pausen von 2 Minuten 2% Lösung (vom Tage vorher) dreimal eingeträufelt. Bereits nach 2 Minuten (vom Einträufeln) verspürte das Mädchen Zücken im Auge.

Nach 5 Min. mit + 36 No. XX.
„ 10 „ r = 7,3830. M $\frac{1}{12}$.
„ 17 „ M $\frac{1}{5\frac{1}{2}}$.
„ 19 „ M $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$.
„ 25 „ r = 7,35825.
„ 30 „ r = 7,31425. M $\frac{1}{4}$.
„ 35 „ r = 7,33625. M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$. Leichte Ciliarröthe, Pupille extrem eng, Stechen im Auge.
„ 39 „ M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{30}$.

Nach 40 Min. r = 7,28970. M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 50 „ r = 7,31425. M $\frac{1}{6}$. S $\frac{15}{20}$.

„ 60 „ r = 7,3665.

„ 65 „ M $\frac{1}{10}$. S $\frac{15}{20}$. Kein Stechen, aber Zucken im Auge, geringer Schmerz in der linken Stirn.

„ 70 „ r = 7,3940.

„ 80 „ No. XX ohne Glas, mit Convexgläsern schlechter.

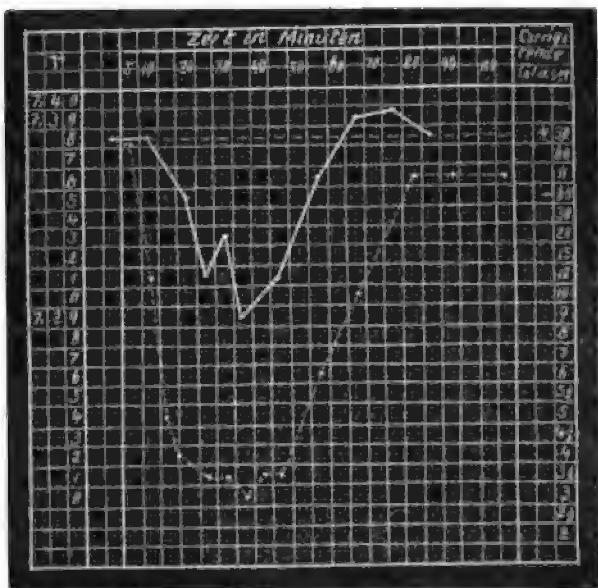
„ 85 „ r = 7,3995.

„ 90 „ r = 7,38025. Convexgläser verschlechtern.

„ 110 „ Sehproben wie zuvor.

Der Verlauf gleicht vollkommen dem des vorigen Versuches. Nach 10 Minuten beginnt ein allmäliges, aber ziemlich energisches Fallen, das mit einer Verkleinerung des Krümmungshalbmessers um 0,09 Mm. in der 35. Minute die grösste

Fig. 5.



Entwicklung zeigt. Von da an wächst der Radius wieder, hat nach der 60. Minute das Normalniveau erreicht, geht sogar über dasselbe hinaus, jedoch nur etwas über 0,01 Mm., so dass dies wohl auf einem Messungsfehler basirt. Ob die Schwankung in der 30. Minute einen gleichen Grund hat, will ich nicht bestimmen. Die Curve für die Refractionszunahme hat einen fast parallelen Verlauf. Die Acme mit M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$ fällt ebenfalls in die 35. Minute. Am Ende des Versuches ist wohl E da, aber Convexgläser werden refusirt.

VIII. Versuch.

Kalich, Anna. Rechtes Auge. r = 7,4490.

An demselben Tage bereitete 2% Eserinlösung einmal eingeträufelt.

Nach 4 Min. beginnt Zucken im Auge.
„ 5 „ wird No. XX nur noch mit + 40 gelesen.
„ 10 „ r = 7,45175.
„ 15 „ No. XX mit + 40; Pupille nicht enger, Zucken stärker.
„ 20 „ r = 7,4325.
„ 25 „ Sehproben wie oben; Pupille beginnt sich zu verengen.
„ 30 „ r = 7,4545.
„ 35 „ Sehen unverändert. Pupille ziemlich eng; Zucken gering. Im Orbicularis kein Zucken bemerkbar, trat auch in der Folge bei dem Mädchen nie auf.
„ 40 „ Convexgläser verschlechtern. r = 7,3940.
„ 45 „ mit + 60 wieder No. XX.
„ 50 „ r = 7,3940.
„ 55 „ Convexgläser verschlechtern.

Da die Einwirkung auf den Fernpunkt ausbleibt, so wird noch einmal, und nach 4 Minuten abermals eingeträufelt.

Nach 60 Min. Convexgläser verschlechtern. Pupille zwar sehr eng, bewegt sich jedoch noch lebhaft.
„ 65 „ r = 7,3555. M $\frac{1}{60}$.
„ 70 „ r = 7,30325. M $\frac{1}{6\frac{1}{2}}$.

Nach 75 Min. M $\frac{1}{5}$.

„ 80 „ r = 7,3390.

„ 85 „ r = 7,3390. M $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$. Pupille sehr eng, aber noch kleiner Schwankungen fähig.

„ 90 „ M $\frac{1}{5\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{20}$.

„ 95 „ r = 7,3940. M $\frac{1}{7}$.

„ 100 „ r = 7,39125. M $\frac{1}{18}$. Pupille sehr eng, unbeweglich, zeitweilig stechender Schmerz im Auge.

„ 105 „ r = 7,4105. M $\frac{1}{36}$.

„ 108 „ M $\frac{1}{40}$.

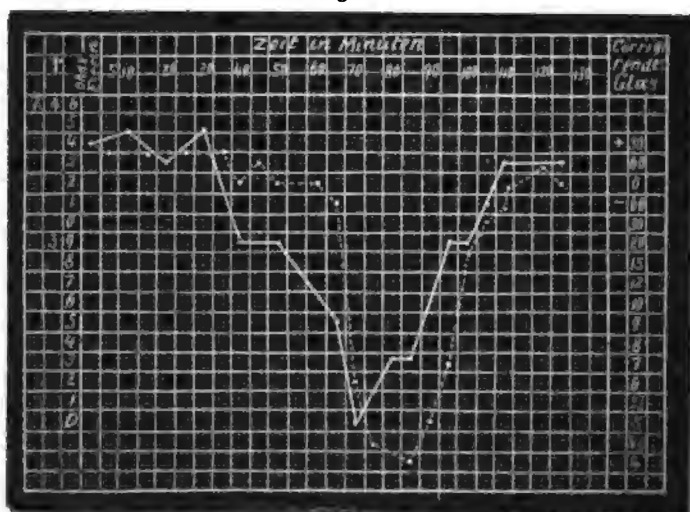
„ 110 „ M $\frac{1}{50}$.

„ 112 „ r = 7,4325. E.

„ 120 „ No. XX, auch noch mit convex 60.

„ 125 „ r = 7,43525. S $\frac{15}{20}$. Convexgläser verschlechtern.

Fig. 6.



Nach einmaliger Application 2% Lösung erfolgt ziemlich gleichzeitig mit einem minimalen Steigen der Refraction eine Verkleinerung des Radius um nur 0,05 Mm. Nach wiederholtem Einträufeln geht die Verkleinerung rasch weiter, so dass das Maximum in der 70. Minute 0,15 Mm. Längenabnahme nachweist. Innerhalb 40 Minuten ist diese jedoch fast vollkommen wieder verschwunden. Die Fernpunktscurve ähnelt der des 6. und 7. Versuches. Ansteigen sowie Abfallen erfolgt rach. Maximum in der 90. Minute mit M $\frac{1}{4½}$. Am Schlusse tritt wieder ein jedoch unbedeutendes Steigen ein.

IX. Versuch.

Kalich, Anna. Rechtes Auge.

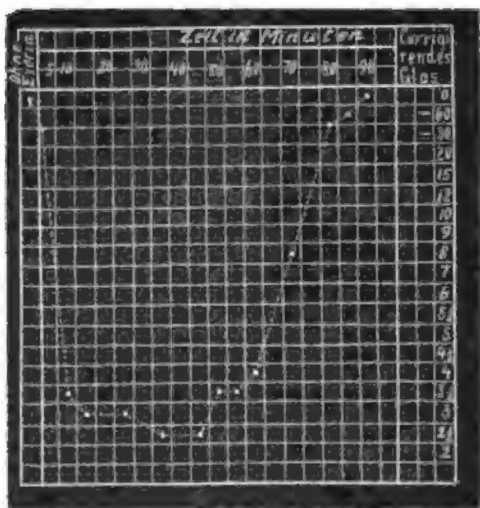
Am 6. Tage nach der ersten Messung wurde die erwähnte unbrauchbare zweite gemacht, von der ich nur die Refractionsveränderungen anführen will. Es wurde Lösung von 2% dreimal nach einander eingetropft.

Nach 5 Min. M $\frac{1}{40}$.
„ 10 „ M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{50}$.
„ 17 „ M $\frac{1}{3½}$. S $\frac{15}{50}$.
„ 25 „ mit — 3½ am besten aber auch No. L nicht. Pupille extrem eng.
„ 35 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{40}$.
„ 45 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{50}$.
„ 50 „ M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{30}$.
„ 55 „ Dasselbe.
„ 60 „ M $\frac{1}{4½}$. S $\frac{15}{30}$.
„ 70 „ M $\frac{1}{8}$. S $\frac{15}{20}$.
„ 80 „ M $\frac{1}{40}$.

Nach 85 Min. M $\frac{1}{60}$.

„ 90 „ E.

Fig. 7.



Zwei Tage nachher wurde wieder am rechten Auge gemessen. Sonderbarer Weise waren jetzt die Radien vor dem Einträufeln viel grösser als bei der ersten Messung. Ich erhielt die Werthe r = 7,57825 und r = 7,5745. Während des ganzen Versuches hielten sich die Radien verhältnissmässig in derselben Höhe. Am folgenden Tage machte ich, ohne dass an der Einstellung irgend etwas geändert worden wäre, vier Messungen nach einander, um überhaupt die Grösse der Messungsfehler kennen zu lernen; ich erhielt die Werthe: 7,58925, 7,58925, 7,5810, 7,5865. Nach weiteren zwei Tagen gaben weitere 4 Messungen: 7,4765, 7,4545, 7,47375, 7,46275. Ich bin vorläufig nicht im Stande, eine Erklärung dieser Differenzen zu geben. Sie liegen ganz ausser dem Bereiche der gewöhnlichen Messungsfehler, die über 0,04 Mm. nicht hinausgehen sollen, meistens aber nur 0,01—0,03 Mm. betragen.

Es wurde wieder dreimal (3 Tage alte) Lösung von 2% in Pausen von 2 Minuten instillirt.

Nach 5 Min. M $\frac{1}{50}$.

„ 9 „ M $\frac{1}{5}$.

„ 10 „ M $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$. r = 7,57275.

„ 15 „ M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$. Pupille eng, aber noch reagirend, kein Stechen oder Zucken im Auge.

„ 20 „ r = 7,570.

„ 27 „ M $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 30 „ r = 7,56175.

„ 36 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 40 „ r = 7,5755.

„ 47 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{20}$.

„ 50 „ r = 7,570.

„ 55 „ r = 7,5370. M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{20}$.

„ 60 „ M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$.

„ 65 „ r = 7,50675.

„ 75 „ M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$.

„ 80 „ r = 7,5205.

„ 90 „ E! S $\frac{20}{20}$. r = 7,570.

„ 96 „ M $\frac{1}{40}$, 1 Minute später M $\frac{1}{24}$, nach einer weiteren Minute M $\frac{1}{36}$.

„ 100 „ r = 7,5645.

„ 105 „ M $\frac{1}{60}$, gleich darauf E.

„ 110 „ r = 7,55075.

„ 115 „ E. Convexgläser verschlechtern.

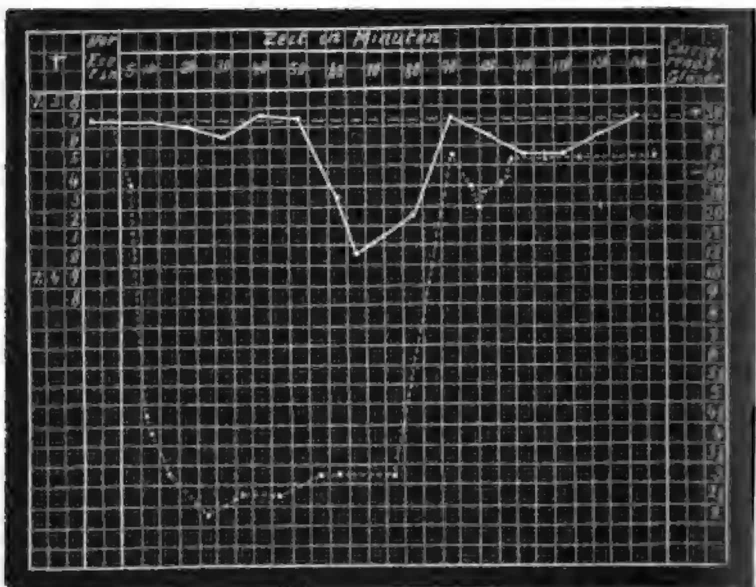
„ 120 „ r = 7,55625. E.

Nach 130 Min. r = 7,5645. E.
„ 140 „ r = 7,57825. E.

Das sonst regelmässig auftretende Zucken im Auge war während dieses Versuches ganz ausgeblieben.

Auch bei diesem Versuche bedarf es voller 50 Minuten, ehe eine merkenswerthe Aenderung in der Hornhautwölbung sich einstellt. Sie erreicht keinen hohen Grad, der Radius wird nur um 0,07 Mm. kleiner, und zwar in der 70. Minute. Bereits nach 20 Minuten ist er wieder normal, dann tritt jedoch wieder ein Kleinerwerden ein, das bei 140 Minuten verschwindet. Die Refractions-Aenderung erfolgt rapid, bereits in der 10. Minute ist M $\frac{1}{5}$ vorhanden, diese steigt noch bis M $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$ (25. Minute), bleibt sehr lange, bis zur 80. Minute unter M $\frac{1}{4}$ und fällt dann plötzlich, ganz gleichzeitig mit der Hornhautwölbung, in der 90. Minute auf E, um jedoch sogleich, wenn auch nur auf kurze Zeit, wieder auf M $\frac{1}{24}$ zu steigen. s ist zu bemerken, dass

Fig. 8.



zu gleicher Zeit die abermalige Abnahme der Radialgrösse erfolgt, die freilich zu klein ist, um etwas zu beweisen.

Die zwei Tage vorher vorgenommene Refractionsprüfung ergiebt eine ganz conforme Curve.

X. Versuch.

Kalich, Anna. Rechtes Auge.

Zwei Tage nachher. r, wie bereits angeführt, = 7,4765, 7,47375, 7,46275 und 7,4545.

Diesmal wurde viermal innerhalb 5 Minuten von der bereits verwendeten 2% Lösung eingeträufelt.

Nach 4 Min. M $\frac{1}{8}$.

„ 6 „ M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$. Sehr starkes Stechen im Auge.

„ 9 „ M $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{50}$.

„ 10 „ r = 7,44075.

„ 15 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{30}$. Pupille sehr eng.

„ 20 „ r = 7,405.

„ 25 „ M $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{40}$. Kein Stechen, aber Zucken und Brennen.

„ 30 „ r = 7,4160.

„ 35 „ M $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 40 „ r = 7,39125.

„ 45 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 50 „ r = 7,3830. M $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 55 „ M $\frac{1}{4}$. S $\frac{15}{30}$.

„ 60 „ r = 7,38025.

„ 65 „ M $\frac{1}{3}$. S $\frac{15}{20}$.

„ 70 „ r = 7,3665.

„ 75 „ M $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$. S $\frac{15}{30}$.

Nach 80 Min. r = 7,3975.

„ 85 „ M $\frac{1}{5}$. S $\frac{15}{20}$.

„ 90 „ r = 7.40775.

„ 95 „ M $\frac{1}{14}$.

„ 100 „ r = 7,44075. M $\frac{1}{14}$.

„ 110 „ r = 7,41325. M $\frac{1}{20}$.

„ 115 „ M $\frac{1}{18}$.

„ 120 „ r = 7,4435. M $\frac{1}{36}$.

„ 125 „ M $\frac{1}{20}$.

„ 127 „ M $\frac{1}{18}$.

„ 130 „ M $\frac{1}{30}$.

„ 133 „ M $\frac{1}{20}$.

„ 140 „ r = 7,41875.

„ 145 „ M $\frac{1}{24}$.

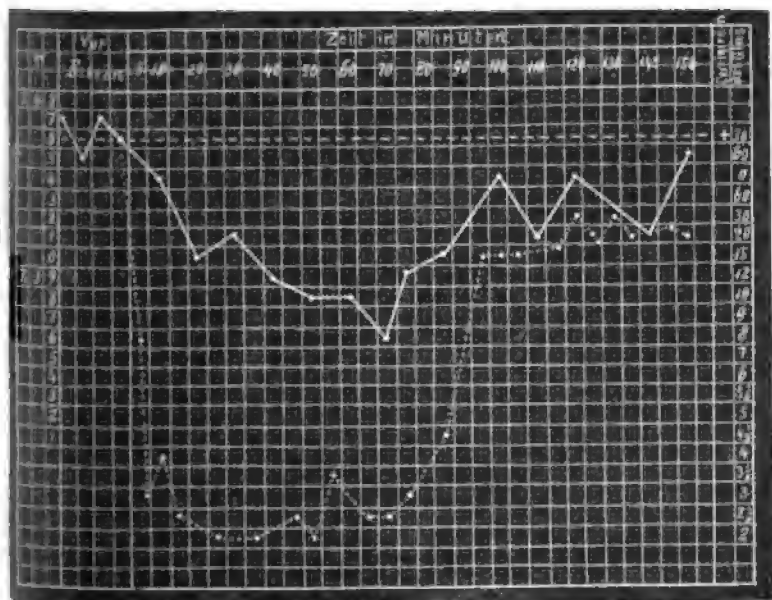
„ 150 „ r = 7,4545. M $\frac{1}{20}$.

Wahrscheinlich in Folge des wiederholten Eserinisirens an den vorhergehenden Tagen, und da hier viermal nach einander eingeträufelt wurde, erreicht dieser Versuch die zeitlich grösste Ausdehnung von 2½ Stunden, und auch da konnte er noch nicht als ganz beendet betrachtet werden. Auffallend sind hierbei die wiederholt auftretenden Schwankungen, sowohl in den Resultaten der Messung, als in der Refraction. Schon in der 10. Minute ist der Radius etwas kleiner, von da geht es allmälig abwärts, in der 70. Minute tritt das Maximum der Längen-Abnahme ein, jedoch nur um 0,10 Mm.; von da erfolgt das Steigen, anfänglich ungestört, dann aber durch dreimaliges Sinken um 0,03 Mm. unterbrochen. Das Normalniveau war auch nach 150 Minuten noch nicht völlig erreicht.

Die Kurzsichtigkeitscurve ist hier, ausser durch das wieder-

holte Schwanken, durch die rasche Wirkung, aus der bereits in der 5. Minute eine M $\frac{1}{8}$ resultirte, bemerkenswerth, ferner dadurch, dass von der 95. Minute an die Abnahme äusserst schleppend vor sich geht, so dass am Schlusse noch eine M $\frac{1}{20}$ vorhanden ist. Das Mädchen giebt an, dass noch am folgenden Morgen, d. i. nach ungefähr 15 Stunden, das Sehen nicht ganz normal war. Unter $\frac{1}{5}$ verharrte die Myopie hier durch volle 80 Minuten.

Fig. 9.



Als Anhang mögen die bereits erwähnten, weniger sicheren Anfangsversuche folgen.

Der erste wurde im Februar an einem 13jährigen Knaben, Kotschy, Alfred, vorgenommen, der in Folge einer im Monat vorher überstandenen Rachendiphtheritis an Accommodations-

lähmung litt. Er wurde mit Eserin behandelt, und bei dieser Gelegenheit ophthalmometrirt. Die Resultate waren folgende:

Rechtes Auge. H $\frac{1}{60}$. r = 7,69925. Nach 30 Minuten M $\frac{1}{6}$, P = $1\frac{3}{8}''$. Hierauf wurden nach einander drei Messungen gemacht, die jedoch ziemlich differirten; wie mir später klar wurde, weil sich eben während der Zeit der Messung die Wölbung geändert hatte: r = 7,6580, r = 7,60025, r = 7,6682.

Linkes Auge. H $\frac{1}{60}$. r = 7,7845.

Nach dem Messen des rechten Auges war dem Knaben unwohl geworden und Erbrechen eingetreten, so dass ich nur noch zwei Messungen unternahm (nach 35 Minuten). Sie ergaben: r = 7,7845 und nach einer Pause r = 7,7570.

Eine nachher vorgenommene Sehprobe ergab: links M $\frac{1}{60}$, rechts E.

Um zu untersuchen, wie weit das Unwohlsein das mir unwahrscheinlich schnelle Schwinden der Wirkung beeinflusste, machte ich am folgenden Morgen eine fortlaufende Reihe von Sehproben.

Die Pupillen waren noch eng, No. 2 (Jäger) wurde nur in 11″ gelesen, nicht näher. Beiderseits H $\frac{1}{60}$. Hierauf wurde Eserin eingeträufelt.

Nach	8	Min.	am r. Auge	H $\frac{1}{60}$,	am l. Auge	M $\frac{1}{30}$.
„	15	„	„	M $\frac{1}{20}$,	„	M $\frac{1}{18}$.
„	20	„	„	M $\frac{1}{14}$,	„	M $\frac{1}{9}$.
„	28	„	„	M $\frac{1}{10}$,	„	M $\frac{1}{9}$.
„	36	„	„	M $\frac{1}{30}$,	„	M $\frac{1}{24}$.
„	50	„	„	M $\frac{1}{40}$,	„	M $\frac{1}{50}$.
„	60	„	„	M $\frac{1}{80}$,	„	E.
„	70	„	„	H $\frac{1}{50}$,	„	H $\frac{1}{40}$.

Nach dieser Erfahrung suchte ich derart zum Ziele zu kommen, dass ich ungefähr 30 Minuten nach dem Einträufeln die Ophthalmometermessung wiederholte; die Sehproben wurden nur nebenher, zur Constatirung der Wirkung vorgenommen. Auf diese Weise wurden gemessen:

Schönfeld, Henriette, 36 J. Rechtes Auge. Asm. $\frac{1}{9}$ (mit $-\frac{1}{9}$ c. Axe hor. S $\frac{20}{70}$) nach einer flüchtigen Sehprobe. r nach zwei Messungen = 8,22120 und 8,20995. Nach dem Einträufeln heftige Schmerzen in Kopf und Auge. Die Sehproben ergaben das Vorhandensein einer bedeutenden Myopie; zu $-\frac{1}{9}$ c. noch $-\frac{1}{7}$ s. zugelegt, verbesserte am meisten (S nicht notirt). Nach 35 Minuten 3 Messungen (innerhalb 15 bis 20 Min.). r = 8,18985, r = 8,14710, r = 8,12145, was eine Verkleinerung des Radius um 0,088 Millimeter ergeben würde, wenn man den kleineren Anfangsradius zu Grunde legt.

Worgel, Rosalie, 25. J., spricht nur ungarisch, Sehproben daher für mich sehr schwierig.

Hm $\frac{1}{20}$, S $\frac{20}{20}$, linkes Auge.

Vor dem Einträufeln 2 Messungen. r = 7,89630 und r = 7,87615.

Innerhalb 15 Minuten dreimal eingeträufelt (1%), nach 30 Minuten ist die Pupille noch nicht eng; erst nach 45 Minuten verengt sich dieselbe, aber mit freiem Auge noch No. XX und Hm $\frac{1}{30}$. Hierauf 2 Messungen. r = 7,83115, und nachher r = 7,91055. Nach der Messung Sehproben wie früher.

Stampfer, Erwin, 19 J. Rechtes Auge: Sehproben fehlen. r nach 2 Messungen = 7,9932 und 7,99605.

Pupille verengt sich nach dem Einträufeln nur sehr langsam und nicht ad maximum. Nach etwa 40 Minuten ist M $\frac{1}{24}$, S $\frac{20}{20}$. Es werden 3 Messungen gemacht: r = 7,66625, r = 7,6965, r = 7,6690; dies würde einer Verkleinerung von mehr als 0,3 Mm. entsprechen. Nach der Messung M $\frac{1}{50}$. Nach dem Einträufeln Schmerzen im zweiten Auge. (Prolaps. irid.

nach acuter Blennorrhoe). Bei einem 15jährigen Mädchen endlich mit Cataracta polaris posterior am rechten Auge war die Fixation nach dem Einträufeln wegen der Myose nicht möglich, so dass ich r = 7,91055 und 8,0074 erhielt, gegenüber 7,80925 vor dem Eserin.

Fassen wir die Resultate der mitgetheilten Untersuchungen zusammen, und beschäftigen wir uns zuerst mit dem Accommodationskrampfe.

Vor Allem sehen wir, dass sich verschiedene Individuen gegen das Eserin sehr verschieden empfindlich verhalten. Während es bei einigen, ausser Zucken im Auge, keine weiteren subjectiven Beschwerden hervorruft, ist in der Regel verschiedengradiger Schmerz in der betreffenden Stirnhälfte vorhanden, und tritt bei einzelnen bedeutendes Unwohlbefinden, Uebelkeiten, ja sogar Erbrechen ein. Ebenso ist das Verhalten der Accommodation gegen das Medikament ein sehr ungleiches. Die Wirkung blieb zwar in keinem der beobachteten Fälle ganz aus, war jedoch mehrmals nur minimal. So wurde im 3. und 4. Falle aus E nur M $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{50}$; bei der im Anhange angeführten Rosalie Worgel aus Hm $\frac{1}{20}$ nur Hm $\frac{1}{30}$. Bei anderen dagegen entstehen, besonders nach mehrmaligem Einträufeln, Myopien höchsten Grades. Meist tritt Accommodationskrampf in den ersten 5, oder doch in den ersten 10 Minuten (gewöhnlich vor Beginn der Myosis) ein, seltener später, bis zu 35 Minuten; er nimmt in der Regel ungemein rasch zu, um dann sogleich wieder nachzulassen, oder bleibt nach wiederholtem Einträufeln eine Zeitlang (bis zu 80 Minuten im 10. Versuche) in annähernd gleicher Höhe. Das Maximum trat bei allen Untersuchungen zwischen der 20. und 40. Minute ein

(sobald man beim 5. und 8. Versuche vom zweiten Einträufeln an rechnet). Der grösste Brechwerth des eingetretenen scheinbaren Refractionszuwachses betrug $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{3}$ je einmal, $\frac{1}{2\frac{1}{2}}$ zweimal; die grösseren Werthe traten zumeist bei wiederholtem Einträufeln der stärkeren Lösung auf. Das Nachlassen des Krampfes erfolgte in allen Fällen langsamer als das Ansteigen. Die Dauer ist verschieden, nach dem Grade der Application; abgesehen von den 2 Versuchen, wo eine energische Wirkung überhaupt ausblieb, war die Lage des Fernpunktes wieder die normale: zweimal in der 70. Minute, einmal in der 90., einmal (Versuch 5) in der 35. resp. 105.; bei allen übrigen war die Norm nahezu erreicht in der 80., 90. (2mal), 105., 120. Minute; es war jedoch einmal statt E noch M $\frac{1}{60}$, einmal statt Hm $\frac{1}{14}$, Hm $\frac{1}{20}$ vorhanden, dreimal bei E mit übernormaler Sehschärfe, wo anfänglich mit + 30 noch Sn XX in 15′ gelesen wurde, wurden am Schlusse des Versuches Convexgläser refüsirt; beim 10. Versuche endlich und bei demselben Individuum war am Schlusse noch M $\frac{1}{30}$ zurückgeblieben, und war nach circa 15 Stunden die Sehstörung noch bemerkbar.

Im Allgemeinen lässt sich also sagen, dass die Einwirkung des Eserins auf die Lage des Fernpunktes in 1 bis 2 Stunden vollkommen oder doch nahezu vorüber war. Ueber die Lage des Nahepunktes habe ich keine Untersuchungen angestellt. Nur von einigen Kranken mit Accommodationslähmung weiss ich, dass die Wirkung für die Nähe diejenige für die Ferne überdauert.

Vergleicht man die gewonnenen Resultate mit anderen, welche durch Präparate der Calabarbohne gewonnen

wurden, so zeigt sich in erster Linie eine viel kräftigere Wirkung in Bezug des Grades der Accommodations-Anspannung. Nach v. Graefe (l. c.) betrug diese bei Anwendung starker Lösung von Calabar-Extract die Hälfte der Accommodationsbreite; stärkere Einwirkung gehörte zu den Ausnahmen. Aehnlich sind die von Donders und Hamer*) erhaltenen Resultate. Was dagegen die Dauer der Einwirkung anbelangt, so ist sowohl bei Calabar-Extract, wie bei Eserin der Accommodationskrampf in $1^1/_4$ bis 2 Stunden in der Regel vorüber. Mit Physostigmin selbst hat Krenchel (l. c.) und Fronmüller sen. (l. c.) Versuche angestellt. Letzterer schenkt jedoch dem Fernpunkte keine besondere Aufmerksamkeit, scheint übrigens nur schwache Wirkungen erzielt zu haben, und auch die von Krenchel und nach seiner Angabe von Hamer erzielten Erfolge waren viel geringer, als die von mir erreichten.

Sehr ähnlich dem Eserin wirkt das Muscarin. Krenchel fand nach Einträufeln von salzsaurem Muscarin, dass der Accomodationskrampf nach 5 bis 10 Minuten beginnt, zwischen 15 bis 30 Minuten sein Maximum erreicht und in $1—2^1/_2$ Stunden wieder vollkommen verschwindet. Die Verengerung der Pupille bleibt entweder aus oder tritt etwas später ein, überdauert aber, wie beim Eserin, die Einwirkung auf die Accommodation bedeutend.

Von besonderem Interesse scheinen mir die gefundenen Veränderungen am Krümmungshalbmesser der Hornhaut zu sein.

So genau die Messungen im Allgemeinen mit dem Helmholtz'schen Ophthalmometer sind, so vorsichtig wird man gewissenhafter Weise doch sein müssen, so-

*) Anom. d. Refr. u. Accomm. Deutsche Ausgabe. pag. 515.

bald es sich um Veränderungen handelt, die sich in den Hunderttheilen eines Millimeters abspielen, wenn man nicht Selbsttäuschungen zum Opfer fallen will. Es ist dies auch die Ursache, warum ich zu den im Anhange gegebenen, zuerst ausgeführten Messungen, obwohl darunter die eclatanteste Veränderung vorkommt, doch das wenigste Vertrauen habe.

Ich benutzte damals ein in der Nähe des Untersuchten stehendes Visirzeichen, und liess den Untersuchten wegen der Sehproben wiederholt aufstehen und in ein anderes Zimmer treten; es wurden auch promiscue zwei Personen gemessen, und musste deshalb die Stellung der Lampe, der Spiegel, des Virsirzeichens, der Brettchen zum Einbeissen wiederholt geändert werden. Dabei sind nun trotz aller Controle immerhin kleine Aenderungen in der Aufstellung möglich, die ihren Einfluss auf das Messungsresultat ausüben können. Bei der folgenden Reihe von Versuchen blieb daher der Untersuchte stets auf seinem Platze, es wurde ein unverrückbares Visirzeichen gewählt, es wurde an Einem Tage stets nur das Eine Auge gemessen, es wurde, was sehr wichtig ist, für Verdeckung des anderen gesorgt, weil sonst bei Störungen im Muskelgleichgewichte und bei eintretender Verschlechterung des Ferneschens das zweite Auge zur Fixation benutzt werden und eine andere Stelle des ersten zur Messung eingestellt werden könnte. Ich glaube dies Alles erwähnen zu müssen, um möglichen Einwürfen im Vorhinein zu begegnen.

Ein zweites zu berücksichtigendes Moment sind die Beobachtungsfehler, und es muss vor Allem festgestellt werden, dass die gefundenen Veränderungen nicht innerhalb der Grenzen derselben zu liegen kommen. Diese Fehler sind theils abhängig von Unvollkommenheiten der Instrumente, theils von der Uebung und Genauigkeit des Messenden. Ich habe beides durch Controle-

messungen an denselben Personen und mit denselben Instrumenten zu prüfen versucht und gebe nachstehend die Resultate zwei- bis viermaliger Messungen an 11 Augen. Es ist selbstverständlich, dass in üblicher Weise jede Messung aus einem System 4 nach einander folgender Einstellungen der Platten (resp. 8 Ablesungen) besteht und den Mittelwerth aus diesen darstellt.

7,9761, 7,9647 —
7,625, 7,625 —
7,4325, 7,42425, 7,43525 —
7,57825, 7,5745 —
7,58925, 7,58925 —
7,5810, 7,5865 —
7,4765, 7,4545, 7,47375, 7,46275 —
7,9932, 7,99605 —
7,2897, 7,30625 —
7,4490, 7,4380, 7,4490, 7,44075 —
7,5095, 7,5095, 7,515 —.

Die grössten Differenzen in den Messungen dieser Gruppen betragen also 0,022, 0,0285, 0,0375 Mm.; in allen übrigen 8 Gruppen sind sie geringer. Sie betragen also in keinem Falle über 0,04 Mm.

Damit soll nun nicht gesagt sein, dass alle Messungen diesen Genauigkeitsgrad besitzen müssen,*) es soll noch weniger gesagt sein, dass nicht gelegentlich eine so fehlerhafte Messung unterläuft, dass sie zur sofortigen Controle auffordert und sich schliesslich als nicht ver-

*) Mauthner (Vorles. üb. d. opt. Fehler, II. pag. 587) zieht die Grenzen für die Beobachtungsfehler etwas weiter. Er lässt daher nur die 1. Decimalstelle als absolut richtig gelten und spricht den folgenden nur einen relativen Werth zu. Ich kann dieser Ansicht nur vollkommen beistimmen. Wenn trotzdem in dieser Arbeit Werthe in Frage kommen, welche innerhalb der von M. angenommenen Fehlergrenzen liegen, so handelt es sich ja eben um relative Werthe.

wendbar erweist. Eine solche Controle wurde auch von mir stets geübt, so weit es eben die Arbeit erlaubte; der rasche Wechsel der in Rede stehenden Veränderungen machte eben möglichste Beschränkung im Controliren nothwendig.

Unterzieht man sämmtliche Curventäfelchen einer Vergleichung, so wird wohl Jedermann durch die vollkommene Analogie in dem Gange der Curven die Ueberzeugung gewinnen, dass es sich hier nicht mehr um Messungsfehler, oder richtiger gesagt, um fehlerhafte Messungen handeln könne. Es zeigt sich nämlich constant eine Verkleinerung des Hornhautradius, welche einen ähnlichen Verlauf nimmt, wie der Accommodationskrampf. Das Eintreten dieser Verkleinerung erfolgt nicht in allen Fällen zu derselben Zeit. 10 Minuten nach dem Einträufeln ist der Radius meist noch unverändert, nur bei dem ersten und bei dem letzten Versuche zeigt sich schon nach 5 Minuten eine Verkürzung. Gewöhnlich macht der Radius Anfangs kleine Schwankungen, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie nur auf Messungsfehlern beruhen, da sie 0,04 Mm. nicht übersteigen; dann beginnt jedoch (von der 10., 20., 25., 30., 40. bis 50. Minute ab) rasch die Längen-Abnahme einzutreten. Wie der Accommodationskrampf, bleibt auch diese Verkleinerung nur sehr kurze Zeit bestehen, der Radius verlängert sich nach und nach wieder, doch meist langsamer, als er sich verkürzte. Nur in zwei Fällen (1. und 10. Versuch), in dem Einen mit grosser Empfindlichkeit gegen schwache Lösungen, im Zweiten nach sehr energischem Einträufeln, erfolgte das Steigen gleich nach der Application sehr ausgesprochen, aber allmälig, und fiel in derselben Weise wieder ab.

Die Maximalverkleinerung trat dreimal in der 70. Minute, einmal in der 65. Minute ein, je einmal in der 45., 40. und 35. Minute. In dem einen Falle (5),

wo nach längerer Pause ein zweites Mal instillirt wurde, finden wir entsprechend auch zwei Verkleinerungen, deren Maxima 40 Minuten nach dem ersten, 30 Minuten nach dem zweiten Einträufeln liegen.

Die grösste Abnahme betrug in Millimetern: einmal 0,04, nach wiederholtem Einträufeln 0,08; einmal 0,07, zweimal 0,09, dreimal 0,10, einmal 0,14; bei den im Anhange gegebenen Messungen je einmal 0,088, 0,099 und 0,32; da ich eine derartige Differenz nur dieses eine Mal gefunden, so ist das Resultat vorläufig mit Reserve aufzunehmen. Wie erwähnt, bleibt in einzelnen Fällen die Wirkung ganz aus, wenigstens liegt die eingetretene Verkleinerung im Bereiche der Fehlergrenzen. Es muss hervorgehoben werden, dass in diesen Fällen (Lang, Mücke, Worgel) auch der Accommodationskrampf fast völlig ausblieb.

Innerhalb zwei Stunden hatte der Radius wieder seine normale Länge erreicht; einmal geschah dies nach 65 Minuten, je einmal nach 70, 75, 85, 90, zweimal nach 110, einmal (Versuch 5) nach 120 Minuten; nur beim 10. Versuche (4maliges Instilliren) war in 150 Minuten der Radius noch nicht vollständig normal, wenn auch die Verkleinerung nur noch ein Minimum betrug. Auch der Fernpunkt war zu dieser Zeit noch nicht an richtiger Stelle.

Kleine Schwankungen während des Verlaufes können wohl auf Beobachtungsfehlern beruhen; ich habe sie einfach registrirt.

Was nun das Verhältniss des Accommodationskrampfes zur Alteration der Cornealwölbung betrifft, so sehen wir die beiden Curven, die Zeit anbelangend, fast stets von einander abweichen, wenn auch Anfang und Ende derselben zusammenfallen. Die Einwirkung auf die Accommodation findet beinahe immer früher statt, als die auf die Hornhautwölbung, und das Maxi-

mum der Accommodations-Anspannung tritt fast ausnahmslos früher ein, als die grösste Längen-Abnahme des Radius. So geschieht dies im 1., 2., 5. (in diesem zweimal), 6. und 9. Versuche, nahezu auch im 10. Das Umgekehrte findet nur beim 8., ein Zusammenfallen der Maxima im 7. Versuche statt. Die bedeutendste Verkleinerung fällt also in die Zeit, in welcher der Accommodationskrampf bereits im Nachlassen begriffen ist. Doch liegt die Rückkehr zur Norm bezüglich beider Veränderungen nicht zu weit auseinander, meist ist es beim Radius früher der Fall, selten später oder gleichzeitig; letzteres dürfte wohl öfter der Fall sein — es ist eben unmöglich, Sehprüfungen und Cornealmessungen zu gleicher Zeit auszuführen.

Noch sei bemerkt, dass beim 9. Versuche in der 90. Minute gleichzeitig E und normaler Radius vorhanden ist, und hierauf, wenn auch die Curven nicht ganz genau stimmen, gleichzeitig neuerlich Accommodationsspannung und Radiusverkürzung eintreten; sowie, dass im 10. Versuche, wo die Sehprüfungen bedeutende Schwankungen ergeben, solche auch in der Radiuslänge vorkommen, wenn diese auch nicht immer sich decken.

Fragen wir nach der Deutung der geschilderten Vorgänge, so ist eine solche bezüglich des Accommodationskrampfes nicht erst nöthig. Was aber die Aenderung der Hornhautwölbung anbelangt, geratben wir in das Reich der Hypothesen.

Der nahezu gleiche Verlauf, den die Erscheinungen an der Accommodation und an der Hornhautwölbung nehmen, das Eintreten und Aufhören beider Veränderungen in fast gleich kurzer, im Vergleiche zur Dauer der Myose auffallend kurzer Zeit, drängen uns wohl zu

der Annahme, dass auch beide in einem ursächlichen Zusammenhange stehen dürften.

Untersuchen wir vorerst die Möglichkeit einer Veränderung des Cornealradius durch die Contraction des Ciliarmuskels.

Wie v. Arlt in seiner Schrift „Ueber die Ursachen und die Entstehung der Kurzsichtigkeit" (Wien 1876) auseinandersetzt, muss man am Ciliarmuskel drei Partien unterscheiden:

1) Längsfasern, die der Innenfläche der Sclera anliegen, sich einerseits an der Corneoscleralgrenze und dem Ligamentum pectinatum iridis inseriren, andererseits mit der Chorioidea zusammenhängen. Sie ziehen, wenn sie sich contrahiren, die Chorioidea nach vorne, gleichzeitig aber auch das Ligamentum pectinatum iridis und die Peripherie der Iris etwas rückwärts und auswärts, erweitern also die Kammer an der Peripherie. Die mittlere Partie dieser Muskelfasern muss also unverrückt bleiben; „dem Abweichen der sich contrahirenden Längsfaserschicht von der Sclerotica dürfte theils ihr Dickerwerden, theils der Gegendruck des Glaskörpers steuern."

2) Radiäre Fasern, die von der Gegend des Ligamentum pectinatum iridis strahlenförmig gegen die Ciliarfortsätze bis zu deren hinteren Anfängen ausfahren. „Im Vereine mit den oberflächlichen, rein longitudinalen Faserlagen bilden sie gewissermaassen einen festen Ring oder Reifen, welcher Stand hält, wenn die Ringfaserschicht durch erhöhte Contraction gegen die sagittale Augen-Achse hin wirkt und die Wölbung der Cornea zu steigern droht."

3) Ringfasern, die durch ihre Contraction die Erschlaffung der Zonula bewirken.

Bei normalem Accommodationsvorgange wird also eine Veränderung der Hornhautwölbung nicht stattfinden,

weil eben die longitudinalen Fasern mit den radiären dies verhindern, während die Ringfasern allerdings das Bestreben hätten, einen solchen Effect herbeizuführen. Wie bekannt, lieferten auch zahlreiche Messungen nach verschiedenen Methoden*) ausgeführt, den Beweis, dass eine Veränderung des Hornhautradius bei der Accommodation nicht stattfindet. Freilich wurden die Messungen zu dem Zwecke ausgeführt, um darzuthun, dass die Cornea nicht die Accommodation vermittle.

Findet jedoch eine so energische Contraction sämmtlicher Fasern des Ciliarmuskels statt, wie es nach Eserin-Einträufelungen der Fall ist, so müsste man doch an die Möglichkeit einer derartigen Aenderung denken. Wenn die circulären Muskelfasern sich so energisch zusammenziehen, dass der „feste Ring", den die anderen Faserschichten bilden, überwunden wird, so wird es zu einer ringförmigen Einziehung oder Abflachung der Sclera an der Cornealgrenze kommen, also zu einer Verkleinerung der Basis, auf welcher das Kugelsegment der Cornea ruht, und damit zu einer Vermehrung ihrer Wölbung. Wenn die longitudinalen Fasern sich ad maximum verkürzen, so werden sie vor Allem die Chorioidea nach vorne ziehen und den Glaskörper unter einen erhöhten Druck setzen; es wird dann ein Moment kommen, wo ein weiteres Nachvorneziehen nicht mehr möglich ist, wo leichter eine weitere Retraction der Irisperipherie eintritt, und es wird die Zugrichtung nach hinten aussen zur Geltung kommen. Dieser wirkt jedoch dem Zug der Ciliarfasern gerade nach innen entgegen, und es wird sich hierdurch eine Zugrichtung gerade nach hinten als resultirende ergeben, welche eben zu einer Einziehung der Sclera führen würde. Erleichtert

---

*) Siehe Helmholtz, Phys. Optik, pag. 120.

wird diese noch durch den leicht bogenförmigen Verlauf der Längsfasern, die sich auf ihrer Sehne zusammenzuziehen trachten, und da zwischen ihnen und der Sclera kein leerer Raum entstehen kann, diese mit sich nach einwärts ziehen müssen. Es würde damit nur das geschehen, was Hensen und Völkers durch die ausgeschnittenen Fenster in der Sclera gesehen: ein Eingezogenwerden des Ciliarmuskels bei der Contraction desselben. Dazu kommt noch, dass in manchen Augen (vergl. Fig. 7 der in der citirten v. Arlt'schen Schrift abgebildeten Sattler'schen Präparate) einzelne Bündel der Radiärfasern einen solchen Verlauf haben, dass sie bei maximaler Contraction der Ringfasern diese zum Punctum fixum nehmen, und sie in der Tendenz, die Cornealwölbung zu steigern, unterstützen.

Dehnen wir diese Hypothese weiter aus, so könnten wir uns auch denken, dass, wenn auch die Accommodation nachgewiesenermaassen keinen Einfluss auf die Cornealwölbung ausübt, sobald es sich um einmaliges forcirtes Accommodiren handelt, doch eine fortgesetzte, oft wiederholte derartige Action des Ciliarmuskels nach und nach einen Einfluss auf die Hornhautwölbung ausüben könne. Wenn nach Donders Messungen der Hornhautradius der Hypermetropen im Mittel kleiner, der Myopen im Mittel grösser ist, was, wenn es auch nach Mauthner nicht als allgemeiner Satz, so doch für viele Fälle Geltung hat, so liesse sich dieser Umstand ganz gut aus der geringeren Entwicklung der Circulärfasern im Ciliarmuskel beim Myopen, gegenüber dem Hypermetropen, aus der ungleichen Accommodations-Arbeit, die beide leisten, erklären.

Dass nicht die Contraction der Iris an und für sich (Pappenheim nach Helmholtz, Phys. Opt., pag. 120) die Wölbung der Hornhaut ändert, ergiebt sich schon

daraus, dass die Pupillenverengerung die Alteration des Krümmungsradius bei weitem überdauert.

Was sich jedoch als ein sehr gewichtiger Einwand gegen die entwickelte Ansicht geltend machen lässt, ist der Umstand, dass, wie ich auch früher schon hervorgehoben, der Accommodationskrampf in der Regel früher sein Maximum erreicht, als die Wölbungs-Aenderung der Cornea. Es lässt sich jedoch ganz gut denken, dass die Sclera bis zu einem gewissen Grade Widerstand leistet, dass der „feste Reifen" der Longitudinalfasern erst mit der Zeit nachgiebt, oder dass die verschiedenen Partien des Ciliarmuskels sich nicht zu gleicher Zeit mit gleicher Energie contrahiren, so dass eben die Erschlaffung der Zonula und damit das Accommodationsphänomen durch die unter den günstigsten Verhältnissen wirkenden Ringfasern früher eintritt.

Eine andere Frage ist es, ob die Verkleinerung der Hornhautwölbung als Ausdruck des verminderten Druckes in der Vorderkammer anzusehen sei, ob sich also das Ophthalmometer als Spannungsmesser bewährt habe. Diese Frage wage ich bis jetzt noch nicht zu beantworten.

Ein Tonometer, gegen dessen Resultate sich übrigens Manche noch skeptisch verhalten, steht mir nicht zu Gebote, ebensowenig zur Zeit ein Fall von Keratokele, der nachweisen könnte, wie lange die Druck-Abnahme eigentlich daure. Eine für den tastenden Finger fühlbare Spannungs-Aenderung konnte ich weder an der Cornea, noch an der Sclera finden. Ob die Accommodation an und für sich den Druck in der vorderen Kammer herabsetze, wissen wir nicht mit Sicherheit.

Helmholtz spricht sich dafür aus. Er sagt:*) „Dar-

*) A. f. O., I, 2, pag. 68.

aus (aus dem Nachvornegewölbtsein der Iris bei normalsichtigen Augen) folgt ganz richtig, wie Stellwag von Carion und nach ihm Cramer geschlossen haben, dass eine gleichzeitige Spannung der circulären und radiären Muskelfasern der Iris den Druck in der vorderen Kammer vermindern, im Glaskörper vermehren müsse."

Ich führe dies als Ansicht von Helmholtz an, weil ich diesen Schluss weder in der Schrift v. Stellwag's*), noch in Cramer's**) Abhandlung über Accommodation gefunden habe. v. Stellwag sagt, dass die Iris bei der Accommodation am Rande so viel zurückweiche, als die Hervorwölbung im Centrum beträgt. Auch theilte mir v. Stellwag mündlich mit, dass er nicht im angeführten Sinne verstanden sein wollte.

Helmholtz' Ansicht wird durch Beobachtungen von Förster***) und Coccius†) an kranken Augen bestätigt. Auch Weber vertritt eine ähnliche Ansicht bezüglich der Eserinwirkung. Er sagt: „Es ist darüber kein Zweifel, dass die Spannung der Iris das haupsächlichste Moment dabei (bei der Druckverminderung) ist. Indem nämlich die leicht zeltförmige, nach vorne erhobene Irisfläche bei ihrer Spannung in die Basis ihrer Kuppel zurückzutreten strebt, unterstützt sie die Tragkraft der schon unter normalen Verhältnissen einen Theil des Glaskörperdruckes neutralisirenden Zonula, und vermindert so das Plus von Druck, welches sonst auf den Inhalt der vorderen Kammer fortgepflanzt wird."

---

*) Beiträge zur Lehre von dem Accommodationsvermögen des Auges. Zeitschr. d. Wiener Ges. der Aerzte, 1859. I. Bd.

**) Physiol. Abhandl. über Accommodationsvermögen der Augen, übersetzt von Doden, eingeführt von Stellwag von Carion. Leer 1855.

***) Klin. Monatbl. für Augenh. 1864.

†) Mechanism. der Accomm. des menschl. Auges. 1868. p. 50.

Da nun die maximale Pupillenverengerung sehr lange andauert, so müsste auch die Herabsetzung des Kammerdruckes so lange dauern, und die mit dem Ophthalmometer gefundene Veränderung könnte nicht der Ausdruck dieser Druckverminderung sein.

Doch ist auch die Richtigkeit dieser Ansicht noch durch Bestimmung der Dauer der Druckherabsetzung zu erweisen. Würde sich eine Coincidenz dieser Druck-Abnahme mit dem Accommodationskrampfe herausstellen, so müsste man eben annehmen, dass die Retraction der Iris am Ciliarrande mehr Raum in der Vorderkammer schaffe, als die Hervorwölbung, welcher durch die starke Irisspannung nach Eserin ja entgegengewirkt wirkt, für sich in Anspruch nimmt. Dann könnte auch, wenn meine früher ausgesprochene Erklärung nicht richtig sein sollte, die Elasticität der Cornea, die (bis zu einem gewissen Grade*)) bei vermindertem Drucke eine Verkleinerung der Kugel bewirkt, von der sie ein Segment bildet, zur Deutung herbeigezogen werden. Welche Ansicht jedoch die richtige ist, können erst weitere Untersuchungen über die Dauer der von Weber angenommenen Druckveränderung lehren.

---

*) Vergl. Coccius, Ophth. u. Spannungsmessung.

Zur Histologie der Linse.

Von

Dr. K. Ritter.

---

5) Ueber die Entwickelungsgeschichte der inneren concentrischen Faserschicht der Vogellinse.

Während der Ausarbeitung des letzten Aufsatzes über den Bau der Vogellinse kam es mir nicht von fern in den Sinn, dass derselbe mit dem ersten über das Centrum der Kalbslinse in irgend einem näheren Zusammenhange stehen könne. Jetzt wundere ich mich, dass mir ein solcher Zusammenhang nicht gleich vorschwebte. In dem ersten und zweiten Aufsatze wies ich nach, dass das Centrum der Linse vieler Säugethiere gleich nach der Geburt einen zweiten Bildungskern berge, und die Fasern des Centrums mit zellenartigen Gebilden zusammenhingen, also nicht aus den Zellen des Kapsel-Epithels hervorgingen. Im vierten Aufsatze erwähnte ich, dass die concentrischen Fasern der Vogellinse sich in zwei Theile scheiden, deren Elemente grosse Verschiedenheiten bieten, dass die äussere Schicht derselben bandartige Fasern, die innere prismatische granulirte Fasern enthält.

Der Beweis, dass die bandartigen Fasern aus den Radiärfasern und durch sie aus dem Kapsel-Epithel hervorgehen, ist nirgends so schön zu liefern, wie in der Vogellinse. Ich hoffe, dies später ausführlich darlegen zu können. Allein es musste von vornherein schwierig erscheinen, die Fasern der äusseren Schicht in die granulirten der inneren überzuleiten. Schon durch logischen Schluss hätte mir der Gedanke an einen verschiedenen Ursprung beider Schichten nahe liegen müssen. Er kam mir aber erst, als ich die Linse eben ausgebrüteter Vögel untersuchte und hier die Thatsache vor mir fand.

Die Elemente der beiden concentrischen Schichten unterscheiden sich bei jungen Vögeln noch viel bestimmter, als bei alten. In Salpetersalzsäure erhärtet die Linse junger Vögel (ich habe bis jetzt nur junge Staare untersucht) etwas langsamer, als die älterer Vögel; die Mitte wird rasch milchweiss, die beiden äusseren Schichten bleiben durchsichtig. Die Linse der jungen Staare wächst ungeheuer rasch. Die kleinsten von mir untersuchten nackten Jungen hatten einen Aequatorialdurchmesser der Linse von 2 Mm.; bei 4 Tage älteren Vögeln, welche auch noch fast nackt waren, maass der Aequatorialdurchmesser 3 Mm., der Axendurchmesser 2 Mm.; völlig gefiederte, flügge Junge zeigten einen Aequatorialdurchmesser von 4,25 Mm Es steht also nichts im Wege, das Wachsthum der Linse dieser Thiere binnen den ersten vier Wochen nach der Ausbrütung (so lange mag sich wohl die Zeit zwischen den Extremen der ersten Brütung belaufen) auf das Vierfache wenigstens anzunehmen. Jedenfalls also müssen wir vermuthen, dass sich in dieser Zeit alle Bildungsvorgänge in der Linse auf die deutlichste Weise kundgeben.

Man findet nun nach der Erhärtung in Salpeter-

salzsäure äusserst bestimmte Unterschiede zwischen den Elementen der beiden concentrischen Schichten. Ich habe schon in der vorigen Arbeit die Scheidung zwischen beiden vorläufig charakterisirt, muss aber späteren Arbeiten die Detailirung der Verhältnisse überlassen. Bei Vögeln in den ersten Lebenswochen sind die Fasern der äusseren Schicht ganz durchsichtig, bandartig; ihre schmale Seite ist fast unmessbar, die breite Seite hat das bleibende Maass schon erreicht (0,016 Mm.). An den hinteren Enden, welche von den vorderen leicht zu unterscheiden sind, bieten diese Fasern die schönsten Rareficationslücken. Ich habe schon in der dritten Arbeit diesen Rareficationsprocess erwähnt, er findet sich in den Randfasern aller wachsenden Linsen und hängt jedenfalls mit dem Wachsthum der Fasern zusammen. Die Bedeutung desselben ist mir noch nicht ganz klar, die Bildung und Formung der Faser-Enden scheint mir nicht der alleinige Zweck dieser Lückenbildung zu sein. Die wunderbar schönen Enden der äusseren concentrischen Fasern bei allen Vögeln, durch welche dieselben an der hinteren Kapsel haften, sind ein durch das ganze Leben persistirender Rest und Product dieses Rareficationsprocesses. Ebenso bleibt die Lückenbildung an den äusseren Enden der hinter dem Aequator gelegenen Radiärfasern persistent. An dieser Stelle will ich dieser rareficirten hinteren Enden der äusseren Fasern nur gedenken, weil sie ihre Entstehung aus den Radiärfasern in sehr klarer Weise darstellen.

Ganz anders erscheinen die concentrischen Fasern in der milchweissgetrübten mittleren Schicht. Sie entbehren jeden festen Contours, sind durchweg fein granulirt und haben unregelmässige Formen. Bald werden sie schmaler, bald haben sie fast die Breite der äusseren Fasern und gehen in allmäligem Uebergange von einem Extrem zu dem anderen über. Wenn mehrere Fasern

nebeneinander liegen, so erkennt man nur mit äusserster Mühe die Grenzen jeder einzelnen. Ueberhaupt ist der äussere Umriss so unbestimmt, dass das ganze Object ein ausserordentlich schwierig zu erkennendes wird und für die Augen bei längerer Betrachtung geradezu lästig ist. Die durchschnittliche Breite der Fasern zu bestimmen ist sehr schwer; die Form der innersten Fasern ist ganz unregelmässig, und eine Durchschnittsziffer für dieselben zu gewinnen, gelingt nicht, da es ganz unmöglich ist, die Zahl einer Masse aneinanderliegender Fasern zu zählen. Das Zählen der Fasern gelingt erst in den äusseren Schichten; hier habe ich die Breite der Fasern zu 0,004 Mm. bestimmt; es scheint nach meinen Messungen dies die geringste Breite der granulirten Fasern zu sein. In den innersten Schichten ist die Breite der Fasern durchschnittlich grösser als 0,004 Mm.

Ich habe mich lange bemüht, den Querdurchschnitt dieser Fasern in seiner Form festzustellen. Allein dies ist mir nie gelungen, da der feste Aussencontour derselben durchaus fehlt. Man bemerkt eben keine Begrenzung der Fasern an den vorstehenden Enden. Die Granulirung der Querschnitte geht so ungetrennt ineinander über, dass in ihnen die Unterscheidung der einzelnen Faser vollständig unmöglich ist. Nur so viel kann man erkennen, dass die Fasern in ihrer ganzen Zusammensetzung gleichmässig solide sind und überall die gleiche punktförmige Granulirung besitzen. Mit Sicherheit lässt sich darnach wohl vermuthen, dass den innersten Fasern ein regelmässig geformter Durchschnitt überhaupt abgeht, dass dieselbe Faser vielmehr an verschiedenen Theilen ganz verschiedene Formen des Durchschnittes zeigen muss.

Innerhalb dieser unregelmässigen Fasern findet sich dann der innerste Kern der Linse von grossen rund-

lichen Protoplasmahaufen erfüllt, deren grösste Länge bis zu 0,1 Mm., die grösste Breite bis zu 0,04 Mm. hinaufgeht. Sie sind eben so zart granulirt, wie die Fasern, und stimmen genau mit diesen im Bau überein. Die Form der Kugeln ist länglichrund und wird durch das Aneinanderliegen mehrerer Kugeln wesentlich bestimmt. Die dritte Dimension ist der Breite gewiss gleich zu setzen, obgleich der unsichere Contour, ebenso wie bei den Fasern, die bestimmte Anschauung der Dicke ausserordentlich schwierig macht. Kerne habe ich in diesen Protoplasmahaufen niemals gefunden. Aus einer schmalen Seite derselben sieht man meistens einen oder zwei Fortsätze, gewöhnlich in einer Breite von 0,007 Mm. entspringen, die sich entweder gleich beim Ursprunge trennen, oder nach kurzem Verlaufe ihre Trennung bewirken. Diese Aeste der Protoplasmahaufen mischen sich mit den innersten Fasern und stimmen mit ihnen in jeder Beziehung überein. Sie sind also bestimmt als die innersten Fasern zu bezeichnen. Mehr als zwei Fasern habe ich nicht aus einer kugeligen Masse entspringen sehen.

Wir finden also in der Mitte der Linse des jungen Staares genau jene kernlosen Protoplasmahaufen, welche ich in der Linse des Kalbes und vieler anderer Säugethiere beschrieben habe. Sie haben nicht ganz die Grösse, in welcher sie beim Kalbe zu finden sind, und ihr Contour ist etwas unbestimmter; aber sonst stimmen sie in jeder Beziehung überein, sie hängen, wie jene, mit den innersten Linsenfasern zusammen. Ich habe daher auf eine bildliche Darstellung dieser Elemente der Vogellinse verzichtet, da sie mit jenen geringfügigen Ausnahmen völlig mit den Abbildungen zum ersten und zweiten Aufsatze sich decken würden.

Wenn ich mich in den früheren Arbeiten bestimmt dafür ausgesprochen habe, dass diese Protoplasmahaufen

Zellen sind, so bin ich auch jetzt noch derselben Meinung, doch gebe ich zu, dass die fehlenden Kerne mir den vollständigen Beweis sehr erschweren. In den Kugeln der Kalbslinse glaubte ich zuweilen einen Kern gefunden zu haben, aber das völlige Fehlen der Kerne in den Kugeln des Staares macht mich in jenem Funde etwas zweifelhaft. Vorläufig nehme ich also diese Protoplasmahaufen für kernlos an, ebenso wie die von ihnen abgeleiteten innersten Linsenfasern. Trotzdem ist den Kugeln und den Fasern der Zellencharakter zu wahren.

Es ist nun wohl keine Frage, dass den Elementen der innersten Linsenschicht im Leben nicht alle Charaktere zukommen, welche wir bei ihnen nach der Erhärtung in Salpetersalzsäure finden. Allein ohne Erhärtung ist die Untersuchung der Linsenbestandtheile überhaupt nicht möglich, hauptsächlich aber kann bloss die Granulirung der Fasern während des Lebens nicht bestehen, weil die Mitte der Linse sonst undurchsichtig sein würde. Aber auch nach Wegfall dieses Kennzeichens bleiben genug unterscheidende Eigenschaften, welche den innersten Fasern und Kugeln die von mir angedeutete histologische Werthschätzung belassen. Das Fehlen des äusseren Contours, die äussere Form und ihr Zusammenhang untereinander sind völlig ausreichende Beweise.

Nach meinen Untersuchungen scheint also für den Bau der Linse junger Thiere festzustehen, dass sich von den äusseren Schichten ein innerer Kern durch Structur und Ursprung scheiden lässt. Die äusseren Schichten und der Kern haben andere Reactionen nach der Entnahme der Linse aus dem Körper und gegen manche Erhärtungsmittel. Die Fasern der äusseren Schichten entstehen aus den kernhaltigen Zellen des Kapsel-Epithels (bei den Vögeln durch Vermittelung der Radiärfasern); die innersten Fasern des Kerns sind ohne Kerne

und hängen mit kernlosen Protoplasmakugeln zusammen. Mehrere Fasern entspringen aus einer Protoplasmakugel.

Uebrigens will ich hier betonen, dass meine Meinung nicht dahin geht, zwei völlig verschiedene Bildungsweisen für die Fasern der Linse anzunehmen. Ich weise nur nach, dass auf einer gewissen Stufe der Entwicklung sich zwei Entwicklungsweisen für Kern und Corticalschicht bestimmen lassen. Nach dieser Classification werden wir die höhere Einheit zu suchen haben. Für diese Einheit der Bildung finden sich vielleicht Andeutungen in den Zeichnungen von Arnold zur Entwicklung der Linse*) und in dem Funde der Kugeln an der hinteren Endigung der Fasern beim Hasen, welchen ich in der dritten Arbeit**) beschrieben habe. Doch sind dies nur Vermuthungen, welche der bestätigenden Untersuchung bedürfen. Die neu gewonnene Anschauung wird vielleicht zur Erforschung dieses lange steril erschienenen Gebietes der Histologie beitragen.

Ich kann nicht leugnen, dass ich den Fortschritt, welche meine Arbeiten in der Entwicklungsgeschichte der Linse anbahnen würden, falls sie die Billigung der Histologen finden, für einen sehr wichtigen halte. Das lange Postulat der practischen Ophthalmologie, ein histologischer Unterschied zwischen Kern und Corticalsubstanz, wäre geliefert. Der pathologisch-anatomischen Untersuchung angeborener Staarformen werden jetzt Angriffspunkte von grosser Bedeutung geliefert.

Das Aphoristische dieser Arbeit, die vielen Fragen, an denen sie ungelöst vorbeigeht, ist mir nicht entgangen. Ich habe die Fragestellung möglichst einfach mit

*) Handbuch der gesammten Augenheilkunde, I, pag. 314, Fig. 19 und 20.

**) Dieses Archiv, XXIII, 1, pag. 157.

Absicht gehalten. Das Vorkommen granulirter, mit Contouren versehener, kernhaltiger Fasern in den äusseren Theilen des Kerns; der damit zusammenhängende Uebergang der Fasern des Kerns in die der Corticalsubstanz; das Verhältniss der kernhaltigen innersten Fasern beim Frosche zu den kernlosen Protoplasmahaufen aller übrigen von mir untersuchten Thiere sind Fragen, deren Lösung mir bis jetzt noch nicht völlig geglückt ist. Möge ihre Erwähnung dazu dienen, die Aufmerksamkeit anderer Forscher zu erwecken.

Untersuchungen zur Pathogenese der Cataract.

Von

Dr. R. Deutschmann,
Privatdocent für Augenheilkunde und Assistent an der
Universitäts-Augenklinik zu Göttingen.

(Hierzu Tafel IV u. V.)

Das Thema, dessen Bearbeitung ich auf Veranlassung von Herrn Professor Leber in Angriff genommen, ist, seit es Kunde*) gelungen war, lebenden Thieren durch Einbringen differenter Stoffe in den Kreislauf Cataract zu erzeugen, oftmals Gegenstand experimenteller Untersuchung gewesen. Kunde's Versuche wurden von anderer Seite theils nur nachgemacht, theils wesentlich erweitert; die von ihm gewonnenen Resultate wurden von allen Untersuchern bestätigt, in der Deutung derselben aber waren die Meinungen stets getheilt. Bei der fundamentalen Wichtigkeit, die jene Versuche für die Pathogenese der Cataract haben, schien es deshalb wohl gerechtfertigt, sie noch einmal zu wiederholen und auf Grund experimenteller und histologischer Unter-

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, VIII. 1857.

suchungen zu einer unzweifelhaften Deutung derselben zu gelangen.

Die ursprünglichen Versuche Kunde's bestanden darin, dass er Fröschen 0,2 bis 0,4 Gramm Chlornatrium unter die Haut brachte, worauf dieselben nach kürzerer oder längerer Zeit beiderseits stärkere oder schwächere Linsentrübung bekamen. Gingen die Thiere an den sonstigen durch die Salzeinfuhr erzeugten Affectionen nicht zu Grunde, so konnte die Linsentrübung völlig verschwinden, sowohl wenn man die Frösche in frisches Wasser setzte, als auch, wenn sie im Trockenen sitzen blieben. Ebenso erzeugte Kunde Fröschen durch Einbringung von salpetersaurem Natron, sowie durch Zucker Cataract. Mikroskopisch fand er in diesen cataractösen Linsen zwischen den Fasern Vacuolen, die ein Fluidum mit einem anderen Lichtbrechungscoefficienten einschlossen, als derjenige der Linsenfasern selbst ist. War die Cataract verschwunden, so waren es auch diese Vacuolen.

In ganz gleicher Weise wie innerhalb des Körpers des lebenden Thieres trübten sich ausgeschnittene Linsen, die in Salz- oder Zuckerlösung gelegt waren, und klärten sich völlig, wenn sie hinterher in destillirtes Wasser gebracht wurden.

Von lebenden Säugethieren gelang es Kunde nur bei jungen Katzen durch Beibringen von 1—2 Gramm Salz oberflächliche Linsentrübung zu erzeugen, die sich im Uebrigen verhielt, wie die Cataract der Frösche. — Schliesslich erklärt Kunde die Linsentrübung als durch Wasser-Entziehung entstanden, ohne dafür einen anderen Beleg zu haben, als den, dass derartige cataractöse Linsen in destillirtem Wasser sich wieder aufhellen.

Der gleichen Ansicht ist auch Kühnhorn*), der

*) Dissertat. inaug. Gryphiae. 1858.

Fröschen noch dadurch Cataract erzeugte, dass er sie unter eine Glasglocke brachte, auf deren Boden-Untersatz Chlorcalcium gestreut war.

Hauptsächlich mit der Erzeugung von Linsentrübung durch reichliche Einführung von Zucker in den Organismus lebender Thiere beschäftigte sich Richardson,*) der mit Rohr-, Milch- und Traubenzuckersyrup bei Fröschen und einmal auch bei einem Kaninchen, dem er 2 Unzen Syrup in den Peritonealsack brachte, Cataract erzeugt haben will. Bei todten Säugethieren machte er durch Injection von Syrup in die vordere Kammer Linsentrübung, die auf nachherigen Ersatz des Syrups durch destillirtes Wasser wieder verschwand. Auch er erklärt deshalb die Entstehung der Cataract durch Wasserverlust.

Als Gegner dieser letzteren Ansicht sind besonders Mitchell und Guttmann hervorzuheben.

Dass Wasser-Entziehung allein keine Linsentrübung mache, sagt Mitchell,**) sei schon daraus ersichtlich, dass eine Linse, getrocknet, durchsichtig bleibt; ferner habe er Frösche in einer Glasglocke, ohne Wasser, bei einer Temperatur von 75—88° F. vollständig ausgetrocknet, ohne dass eines der Thiere Cataract bekommen hätte. Die Frösche starben am 5. oder 6. Tage. Bemerkenswerth ist noch der histologische Befund, den Mitchell für seine künstlich erzeugten Zucker-Cataracten anführt. Er fand die Linsenkapsel klar, das Epithel unverändert; die sonst schwachen Grenzlinien der Linsenfasern erschienen deutlich und unregelmässig, dunkel umsäumt. In vorgerückteren Stadien waren die Fasern unregelmässig verbreitert und ihr Inhalt zum

*) Med. times and gazette, 1860. March 31.
**) Americ. journ. of med. sciences. 1860. Vol. 39. p. 106.

Theil in Form gelblicher, durchsichtiger Kugeln frei um die Faserreste herumgelagert.

Endlich ist als Gegner der Anschauung, dass die durch Chlornatrium und Zucker experimentell erzeugte Cataract auf Wasser-Entziehung beruhe, Guttmann*) mit Hervorhebung besonders der Thatsache aufgetreten, dass die Linsentrübung bei dem so stark wasserentziehenden Chlorcalcium fehle, und dass man von ihm grössere Dosen in den thierischen Körper injiciren könne, ohne dass es gelinge, dadurch eine Linsentrübung hervorzubringen.

Ich begann meine eigenen Untersuchungen zunächst nach der alten Kunde'schen Vorschrift. Es wurde Fröschen Chlornatrium in Krystallen in den Rückenlymphsack gebracht; das Resultat war stets das gleiche: die Thiere bekamen nach kürzerer oder längerer Zeit beiderseitige Linsentrübung. Die Trübung beginnt meist am Linsen-Aequator, und verbreitet sich von da auf die vordere und hintere Corticalis; sie betrifft, wenigstens so lange der Frosch lebt, nur die oberflächlichen Faserschichten, die tieferen bleiben klar; nach dem Tode des Thieres, der unter hochgradigem Oedem erfolgt, nimmt die Trübung nach der Tiefe hin zu. Die dem noch lebenden Frosche entnommene cataractöse Linse zeigt — ganz gleich ob frisch untersucht, oder nach Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit — höchst charakterische Veränderungen.

Was zunächst das sogenannte Kapsel-Epithel angeht, so findet man, als erste Anfänge einer Veränderung, in den einzelnen Zellen kleinere oder grössere hellglänzende Vacuolen (vergl. Taf. IV, Fig. 10) mit doppel-

*) Experimentelle Untersuchungen über die Wirkungen der Kali- und Natronsalze. Von Paul Guttmann. Berlin 1866.

tem Contour, bald nur eine, bald mehrere in einer Zelle die grösseren Vacuolen entstehen offenbar durch Verschmelzung aus mehreren kleinen. Untersucht man nämlich Zupfpräparate, frisch oder aus Müller'scher Flüssigkeit, so sieht man häufig in einer Zelle zwei kleine Vacuolen dicht an einander liegend, nur durch einen äusserst feinen Saum von Zellsubstanz getrennt, während man weiterhin Bilder findet, die diesen Streifen Zellsubstanz usurirt zeigen, wo nun die Vacuolen zusammengeflossen sind und noch kleine Fetzchen der früher trennenden Zwischensubstanz in den nun gemeinsamen Raum, als Rest, hineinragen. Je grösser eine einzelne Vacuole ist oder wird, desto mehr wird die Zellsubstanz und der Kern an die Zellwand gedrängt; oft findet man den Kern ganz zusammengedrückt, der Länge nach ausgezogen, hart an die Zellwand angepresst (s. Figur 10, a).

Die Zellgrenzen sind an den durch Zerzupfen gewonnenen Isolationspräparaten als solche wohl zu erkennen, ja oft deutlicher, als sonst je; denn gerade ausserordentlich häufig zeigen sich kleine Vacuolen entlang der Zellwand, die sie auf das äusserste verdünnen und vortreiben; die Vacuole wird frei bei dem Zerzupfen, und der Zellcontour erscheint jetzt ausgezackt, angenagt (s. Figur 10, b), scharf von dem der Nachbarzelle abgesetzt. An nicht isolirten, sondern ganz unversehrt gelassenen Präparaten, sei es frisch oder aus Müller'scher Flüssigkeit, gelingt es dagegen nicht, den Contour einer einzelnen Zelle zu unterscheiden; mit grosser Energie geht an allen Zellperipherieen die Vacuolenbildung vor sich, die Vacuolen der einen Zelle legen sich hart an die der benachbarten an, die beide noch trennende Zellsubstanz wird für den Beobachter unsichtbar, und es resultirt schliesslich eine feinstkörnige, von grossen und kleinen Vacuolen durchsetzte Masse,

in der Grundsubstanz hier und da ein verschiedenst geformtes Kerngebilde enthaltend; das ganze Bild erinnert lebhaft an eine gefensterte Membran (s. Figur 8). Daneben finden sich auch frei, aber nur an Zupfpräparaten, kuglige Tropfen verschiedener Grösse, deren Aussehen völlig mit dem der beschriebenen Vacuolen übereinstimmt, mit denen ich sie auch für identisch halte; es sind, wie ich glaube, aus den Epithelien und Fasern durch die Isolirungsversuche frei gewordene Vacuolen. An den Linsenfasern spielen sich nämlich genau die gleichen Veränderungen ab, wie an den Kapsel-Epithelien (s. Figur 9). Auch sie stellen in ihrer hochgradigsten Umwandlung eine von Vacuolen durchsetzte, gleichmässige Masse dar; isolirt man die einzelnen Fasergebilde nach Einlegen der Linse in Müller'sche Flüssigkeit durch Zerzupfen, so erhält man sie als Vacuolen einschliessend, theils ohne dass die Form der Faser wesentlich gestört wäre, theils die Fasern am Rande gezähnelt und angenagt, wohl durch Freiwerden von Vacuolen. Durch Rollung von frisch isolirten Kapsel-Epithelien und Linsenfasern in den Anfangsstadien der Salzcataract habe ich mich auf das sicherste davon überzeugt, dass die Vacuolen nur innerhalb der Zellen und Fasern liegen; erst später werden sie frei beim Zerzupfen. Die Cataract entsteht bei den Salzfröschen vom Aequator aus; man findet deshalb die Kapsel-Epithelien in der unmittelbaren Nähe desselben stets verändert; dagegen erscheint am vorderen Pole, falls der Frosch frühzeitig stirbt, und die Linsentrübung ganz unvollständig bleibt, das Epithel noch ganz normal.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der frischen cataractösen Salzfroschlinsen fielen mir neben den bereits angeführten Erscheinungen noch kleine, hellglänzende, meist rundliche, rosenkranzartig aneinandergereihte Tröpfchen auf, welche regel-

mässige polygonale Felder begrenzten. Da ich nicht wusste, in wie weit sie als pathologisch aufzufassen seien, untersuchte ich zunächst frische, normale Froschlinsen auf die Anwesenheit jener oben erwähnten Gebilde, und fand sie denn wirklich als jeder normalen Linse zugehörend.

Es sei mir gestattet, hier diesen kleinen Beitrag zur normalen Anatomie der Linse einzuschieben.

In der Krystallinse des lebenden Frosches, sowie der darauf untersuchten Säugethiere — Katze, Kaninchen, Hund, Hammel, Schwein und des Menschen — befindet sich innerhalb der ganzen Linsenkapsel, zwischen dieser und dem Kapsel-Epithel an der vorderen, zwischen Kapsel und den Fasern der hinteren Corticalis an der hinteren Fläche eine dünne Lage einer organischen, vielleicht zu den Eiweissstoffen gehörigen Substanz, welche in der absolut frischen, der Verdunstung nicht preisgegebenen Linse durchsichtig, in einer eigenthümlich charakteristischen Form sich verändert, etwa gerinnt, falls die Linse nicht vor Verdunstung geschützt wird. Am besten beobachtet man dies Gerinnen an der dem eben getödteten Frosche entnommenen Linse, die unbedeckt in toto unter das Mikroskop gebracht und bei schwacher Vergrösserung angesehen wird. Man sieht die Anfangs klare, ganz durchsichtige Linse plötzlich von hellglänzenden, rosenkranzartig aneinandergereihten Tröpfchen bedeckt, welche regelmässige, polygonale Felder begrenzen, innerhalb deren die Linse klar geblieben, wie vordem. Die Felder haben auf der vorderen Linsenfläche etwa die Grösse der Kapsel-Epithelien in der Gegend des vorderen Poles; nach dem Aequator hin nehmen sie an Grösse zu und bleiben so auch auf der hinteren Linsenfläche. Die Figuren verbreiten sich, wenn sie erscheinen, rapid über die ganze Linsen-Oberfläche, doch schien es, als ob sie zuerst am Aequator aufträten.

Ungleich lange Zeit nach ihrem Entstehen, oft sehr bald darnach, oft erst nach längerem Bestehen verschwinden die Tröpfchen, ohne dass ich mir jemals Rechenschaft darüber hätte geben können, was aus ihnen geworden; benachbarte fliessen zusammen, und plötzlich ist an der Stelle, wo eben noch einige hellglänzende Tröpfchen gewesen, die Linse wieder klar und durchsichtig. Die Zeichnung verschwindet zuerst an den Linsenpolen, zuletzt am Aequator. Allmälig wird dann an der vorderen Linsenfläche auch das Epithel sichtbar; sind zu dieser Zeit noch Reste jener Tröpfchen-Figuren vorhanden, so kann man sich durch scharfe Einstellung deutlich davon überzeugen, dass letztere oberhalb des Epithels liegen. — Die absolute Durchsichtigkeit des Epithels während der Entstehung der erwähnten polygonalen Figuren, sowie namentlich das Vorhandensein derselben an der epithelfreien hinteren Kapsel spricht von vornherein gegen die Möglichkeit des Entstehens aus den Kapsel-Epithelien, ebenso wie die völlige Klarheit der Linsenfasern — ganz abgesehen davon, dass an der vorderen Kapsel das Kapsel-Epithel die fraglichen Tröpfchen von den Linsenfasern scheidet — den Gedanken ihrer Herleitung aus einer Veränderung der Fasern nicht aufkommen lässt. Dagegen drängte sich die Auffassung der fraglichen Figuren, als eines continuirlichen Endothel-Ueberzuges der gesammten Innenfläche der Linsenkapsel Anfangs um so mehr auf, als die Behandlung der frischen Froschlinse mit einer 1% Argent. nitr.-Lösung*) jene Figuren in einer dem Endothel ungemein gleichenden Zeichnung zur Anschauung bringt (vergl. Fig. 1); mit Leichtigkeit gelingt

---

Anm. Die frische Froschlinse wurde in toto in 1% Argent. nitr.-Lösung eingelegt und circa ½ Stunde darin belassen; erst nach der Reduction die Kapsel zur Untersuchung abgezogen.

es hier, auch an den freien Enden eines Stückes der abgezogenen Linsenkapsel zu erkennen, dass diese Gebilde der inneren Fläche der Kapsel aufliegen.

Trotz der so täuschend dem Endothel ähnelnden Silberbilder, und obgleich es an solchen Präparaten gelang, den schwarztingirten Contouren genau entsprechende polygonale zellartige Klumpen, die durch spontanes Auseinanderweichen entstanden schienen, wahrzunehmen, so musste doch von dem Gedanken an eine Zellenlage abgesehen werden, da es niemals, auch nicht bei ganz jungen Thieren möglich war, mit irgend einer der bekannten Tinctionsmethoden Kerne in jener Schicht nachzuweisen. Es spricht gegen eine derartige Annahme auch der Umstand, dass man bei Salzcataract über hochgradigst veränderten Kapsel-Epithelien und Linsenfasern jene Figuren in ihrer beschriebenen, charakteristischen Form unverändert wiederfindet, wie an der normalen Linse. Dagegen bestätigten einige andere behufs Aufklärung dienende Versuche die Anschauung, dass es sich hier um eine äusserst dünne Lage einer organischen Substanz, vielleicht um eine Eiweissschicht handle, die in eigenthümlicher Weise unter gewissen Umständen verändert wird. Lässt man beim Decapitiren eines Frosches den Kopf desselben gleich in absoluten Alkohol fallen, so findet man die fragliche Schicht als ein ganz unregelmässiges, aus feinsten Maschen gebildetes Netzwerk von meist krümlich geronnenen Massen; nach längerem Verweilen in Müller'scher Flüssigkeit stellt sie meist stark gequollene, hyaline, glänzende Klumpen dar. Endlich versuchte ich beim Kaninchen jene Schicht intra vitam momentan zur Gerinnung zu bringen, zu welchem Zwecke ich sowohl in die vordere Kammer, als in den Glaskörperraum, möglichst nahe der hinteren Linsenfläche 2% Argent. nitr.-Lösung injicirte; sie führte meist momentan zu oberflächlicher Linsentrübung, worauf das

Thier getödtet und die Linse nach Reduction des Silbers untersucht wurde. In allen diesen Fällen erschien jene fragliche Schicht als feinstes, unregelmässige Maschen und vielfachst gestaltete Figuren bildendes Netzwerk schwarzgefärbter Contouren, dem Kapselsacke dicht anliegend (siehe Figur 3); es fand sich nichts, was auf etwa präformirte Zellen irgend hätte schliessen lassen, während das Kapsel-Epithel in diesen Fällen schön zur Anschauung kam.

Wenn ich vielleicht nun auch diesen letzten Versuchen allein keine Beweiskraft vindiciren möchte, so unterstützen sie doch die anderen negativen Zellen- oder Kernbefunde dieser fraglichen Gebilde. Ich möchte dieser Schicht den Namen der „subcapsulären Schicht" beilegen. Die Anwesenheit eines oft sehr zierlichen Mosaiks an der hinteren Linsenkapsel ist schon lange bekannt und auf die verschiedenste Weise gedeutet worden; erst kürzlich hat Weiss (zur Flüssigkeitsströmung im Auge — aus den Verhandl. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, II. Bd., 1. Heft) desselben wieder Erwähnung gethan. So beschreiben Becker (Handbuch von Graefe-Saemisch, V, 1, 166) und Henle (Handbuch der system. Anat., II, 680) jene Figuren, ersterer als Abdrücke einer zu Scheiben oder Kugeln geronnenen Flüssigkeit zwischen Kapsel und hinterer Corticalis; letzterer als herrührend von einer Gerinnung zwischen einander abgeplatteter Tropfen einer zähen, aus der Linsensubstanz ausgetretenen Flüssigkeit; während Arnold (Graefe-Saemisch, I, 1, 291) sie als die Abgüsse der an die Kapsel sich inserirenden Faser-Enden, deren Inhalt geronnen ist, anführt. Becker erwähnt jenes Mosaik auf der Innenfläche der hinteren Kapsel, als „leistenartig vorspringender, hyaliner Auflagerungen, mitunter von der Dicke der Kapsel selbst"; ich habe auf Dickendurchschnitten durch frisch mit Silber tingirte

Linsen nichts derartiges wahrgenommen, sondern die subcapsuläre Schicht hier stets als unmesssbar dünne Lage wiedergefunden. Von der Anwesenheit „lichter Kugeln" zwischen hinterer Kapsel und hinterer Corticalis konnte ich mich weder an ganz frischen, noch frisch in Silber gefärbten Linsen überzeugen, wo stets die „subcapsuläre Schicht" allein wahrzunehmen war; eben so wenig gelang es mir, durch die Injection von Argent. nitr.-Lösung in den Glaskörperraum lebender Thiere irgend etwas an der hinteren Linsenkapsel zu finden, was jene lichten Kugeln repräsentiren konnte.

Endlich möchte ich noch, um dem Einwurfe zu begegnen, jene von mir beschriebenen Figuren rührten, wenigstens an der hinteren Linsenkapsel, von dem Ansatze freier Linsenfaser-Enden her, erwähnen, dass ich auf Querschnitten derartiger, mit Silber tingirter Kapseln, die von der Fläche das zierlichste Mosaik zeigten, niemals eine der Linsenfasern sich an die Kapsel anlegen sah; die Fasern zogen ihr stets parallel, wenigstens bei allen von mir untersuchten Linsen.

An Dickendurchschnitten (Fig. 4) der mit Silber tingirten Linsenkapsel erscheint diese subcapsuläre Schicht in Gestalt einer feinen, schwarzen Linie von unmessbarer Dicke, ein Umstand, der direct gegen die Zellennatur derselben spricht. Das Sichtbarwerden der subcapsulären Eiweissschicht ist an der frischen Linse mit dem Auftreten eines oberflächlichen Trübungshauches über deren ganze Fläche verbunden.

Ich glaube, es hier mit denselben Gebilden zu thun zu haben, die von anderer Seite, namentlich von Ewart*),

*) Journal of Anat. and Physiol. May 1874.

auf Grund von Silberbildern, als ein die ganze äussere Oberfläche der Linsenkapsel bekleidendes Epithel beschrieben sind — wenngleich Ewart seinen Epithelien die wunderbarsten Formen und Kerne von Riesengrösse zuschreibt.

In der frischen Linse des Frosches, sowie der bereits oben erwähnten Säugethiere und des Menschen befindet sich ferner zwischen den Kapsel-Epithelien und den Fasern der vorderen Corticalis, bis hin zu dem Uebergange des Epithels in die Fasern selbst, ebenfalls eine Eiweisslage, die sofort an der dem lebenden oder frisch getödteten Thiere entnommenen Linse in gleichfalls charakteristischer, stets gleicher Weise gerinnt. Der Vorgang kann an der Linse in toto unter dem Mikroskop nicht mit voller Sicherheit beobachtet werden, aber ganz genau, wenn man die schnell abgezogene Kapsel, am besten ohne jede Zusatzflüssigkeit untersucht. Man sieht dann anfänglich von einander getrennt stehende, grosse und kleine, kuglige Eiweisstropfen, die sich allmälig vergrössern, dadurch zur gegenseitigen Berührung kommen und an einander abplatten, aber nie zusammenfliessen; stets bleiben sie durch hellglänzende Säume geschieden. Färbt man die frisch abgezogene Linsenkapsel mit Hämatoxylin, so erscheinen jene hellglänzenden Säume doppeltcontourirt, mit ausserordentlicher Klarheit, unter dem an den tingirten Kernen kenntlichen Epithel; sie erscheinen als Begrenzungen eines Maschenwerkes, das grosse und kleine, breite und langgezogene, rundliche und polygonale Felder darstellt (s. Figur 5). Auch sie imponirten anfänglich, namentlich da sie mit Argent. nitr. behandelt, ausserordentlich schön tingirte, feinwellige Contouren zeigen (s. Figur 6), für Zellgebilde, eine Ansicht, die aber bald, da ihre Entstehung frisch beobachtet werden kann, und es gelingt, sie aus Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit

gelegen, in der sie stark quellen, als kernlose Klumpen durch Zerzupfen zu isoliren, aufgegeben wurde. Für die Annahme einer etwaigen Entstehung dieser Schicht aus einer Veränderung der Linsenfasern, oder gar der Kapsel-Epithelien, spricht ebensowenig irgend ein Umstand, wie bei der subcapsulären Schicht. Ich möchte die letztbeschriebene Schicht, im Gegensatz zur subcapsulären: „subepitheliale Eiweisschicht" benennen; sie entspricht, meine ich, der von Ritter*) bei der Vogellinse beschriebenen und für den Modus der Accommodation herangezogenen Eiweisslage. — Auf Querschnitten der mit Argent. nitr. gefärbten Kapsel erscheint sie gleichfalls als schwarze Linie von unmessbarer Dicke.

Beiläufig möge hier zur Histologie der normalen Linse noch erwähnt sein, dass sich an Thier- und Menschenlinsen, mitten zwischen sonst ganz regelmässigen, gleich grossen Kapsel-Epithelien, sehr häufig grössere, runde, blasenartige Zellgebilde mit übrigens nicht grösseren Kernen, als er den übrigen Epithelien zukommt, finden, oft nur eine dazwischen geschoben, oft mehrere, bis zu 5 und 6 und darüber. Es schien mir, als wenn sie nach dem Aequator hin häufiger aufträten, als nach den Polen zu.

Endlich möge noch eine Bestätigung der von Hosch**) beschriebenen Fortsätze der Kapsel-Epithelien Erwähnung finden; ich glaube, dass hierauf auch die Bilder zu beziehen sind, die ich bei Injectionen von Argent. nitr.-Lösungen in die vordere Kammer oder in die Linsensubstanz des lebenden Thieres sah; es zeigten sich hier die Epithelien nicht regelmässig sechseckig, sondern vorwiegend mit leicht welligem, nach einer

*) Arch. f. Ophth., XXIII, 2.
**) Arch. f. Ophth., XX, 1.

Richtung ausgezogenem Contour, wodurch die Zellen das Aussehen dachziegelförmig sich deckender Gebilde erhalten (vergl. Figur 7).

Ich kehre nach dieser Abschweifung zur Genese der Chlornatrium-Cataract zurück. Säugethieren durch Einbringen von Chlornatrium unter die Haut oder in den Peritonealsack Cataract zu erzeugen, ist bislang, ausser bei jungen Katzen, nicht gelungen; für junge Katzen kann ich die darauf bezügliche Angabe Kunde's bestätigen. Die Thiere scheiden kleine und auch relativ grosse Mengen des Salzes rapid aus, an zu grossen sterben sie vorzeitig. Es schien deshalb sicherer und bequemer, den lebenden Thieren durch Einbringen concentrirter Salzlösungen in die vordere Augenkammer Salzcataract zu erzeugen, nachdem ich mich davon überzeugt hatte, dass die so entstehende Linsentrübung sich in jeder Beziehung ganz genau so verhält, wie diejenige, die man bei der jungen Katze durch Einbringung von Kochsalz unter die Haut hervorrufen kann. Behufs Injection von Chlornatriumlösung in die vordere Augenkammer wurden meist Kaninchen, einmal auch ein Hund verwendet. Die Salzlösung wurde ziemlich concentrirt, nämlich 10 % genommen, nachdem Versuche mit 5 % Lösung mehrere Male negative Resultate ergeben hatten. Da spätere Versuche an der herausgenommenen Linse zeigten, dass schon $2^3/_4$ % Kochsalzlösung genügt, um momentan cataractöse Trübung hervorzurufen, so konnte der Misserfolg mit 5 % Salzlösung wohl nur darin seinen Grund haben, dass letztere durch den, trotz vorherigen Abfliessenlassens, immerhin noch etwas vorhandenen Humor aqueus zu stark verdünnt wurde, besonders da stets durch die Injections-Oeffnung auch von der eingebrachten Salzlösung ein Theil sich wieder entleerte, der nun durch nachströmenden Humor aqueus ersetzt wurde. In der

That enthielt der Humor aqueus eines Versuchsthieres, dem 5% Chlornatriumlösung injicirt war, ohne dass Cataract entstanden war, nach wenigen Minuten zur Untersuchung wiederum abgelassen, nur 0,5 % Chlornatrium.

Bei Injection von 10% Chlornatriumlösung in die vordere Augenkammer lebender Kaninchen entsteht momentan Linsentrübung von stets gleichem Ansehen; es erscheint ein verticaler, stärkster centraler Trübungsstreifen, von dem horizontale, einander parallele Streifen nach beiden Seiten hin abgehen, wie Aeste von einem Stamme; seltener zeigen sich auch feine verticale, dem Stamme parallele Streifchen, so dass ein feinstes Gitterwerk resultirt, etwa wie in der Hornhaut bei parenchymatöser Keratitis. Die Trübung ist und bleibt stets oberflächlich, betrifft nur die obersten Schichten der vorderen Corticalis und nur im Bereich der Pupille; für die peripheren Linsentheile ist die Iris ein wirksamer Schutz. Enucleirt man ein eben cataractös gemachtes Auge und untersucht die getrübte Linse frisch, so findet man in dem Kapsel-Epithel und den Linsenfasern genau die gleichen Veränderungen, wie an der Linse der Salzfrösche eingehend beschrieben: Vacuolenbildung in den verschiedensten Formen und Stadien. Lässt man dagegen das Versuchsthier nach der Salz-Injection völlig unbehelligt, so sieht man, dass schon am folgenden Tage die Linsentrübung geringer geworden ist, bis sie, je nach ihrer anfänglichen Intensität, nach wenigen Tagen oder wenigen Wochen verschwunden ist; an der Linse ist weder mit focaler Beleuchtung, noch mit Hilfe des Augenspiegels eine Trübung nachweisbar. Untersucht man nun die Linse, nachdem die Cataract eben verschwunden ist — ich that dies bei mehreren Kaninchen am 4. Tage nach der Salz-Injection, nachdem am 3. Tage die Linse wieder völlig durchsichtig schien —

so findet man wider Erwarten, sowohl in einem Theile des Kapsel-Epithels, als der vorderen Corticalfasern noch mehr oder weniger ausgesprochene Salzveränderungen, freilich in gewisser Beziehung modificirt. Die Kapsel-Epithelzellen sind äusserst durchscheinend, mit deutlich sichtbarem, wenngleich wenig scharfem Contour, die in ihnen noch vorhandenen Vacuolen auffallend blass und durchsichtig, ihr Brechungs-Index kaum noch von dem der Zellsubstanz irgend erheblich abweichend; der Zellkern, von unregelmässiger Form, färbt sich mit Hämatoxylin sehr mangelhaft und unvollständig. Ganz das gleiche Aussehen boten die noch als verändert zu erkennenden Linsenfasern, die hier und da auch unregelmässig verbreitert erschienen. Irgend welche Proliferationsvorgänge, die auf Regeneration etwa zu Grunde gegangener Zellen oder Fasern hindeuteten, habe ich in diesem, wie auch in späteren Stadien nicht wahrgenommen. Ich glaube deshalb an der Hand des histologischen Befundes jedenfalls annehmen zu müssen, dass die durch die Einwirkung der Salzlösung veränderten Epithelzellen und Linsenfasern fähig sind, unter gewissen günstigen Bedingungen ihrem früheren normalen Zustande sich wieder soweit zu nähern, dass sie der Durchsichtigkeit der Linse keinen Eintrag mehr thun. Ich fand in einem Falle noch mehrere Wochen nach der Wiederaufhellung der Linse einzelne Fasern und Epithelien, wie oben beschrieben verändert; indess mag vielleicht noch nach längerem Zuwarten völlige Restitutio in integrum eintreten, was ja immerhin die grösste Wahrscheinlichkeit für sich hat; denn weder Zellen noch Fasern gehen unter der hier nur momentanen oder jedenfalls ganz ausserordentlich kurzen (eben wegen der Verdünnung durch schnell nachströmenden Humor aqueus) Einwirkung der Salzlösung nachweisbar zu Grunde.

War an und für sich das rapide Wiederklarwerden

der Linse etwas auffälliges, so schien mir dies um so auffallender, als ich bei klarer Linse noch die oben beschriebenen Veränderungen an einem Theile der Kapsel-Epithelien fand; spricht ja doch Vieles für die zuerst von Leber aufgestellte Vermuthung, dass es das intacte Kapsel-Epithel sei, welches die Linse vor dem Eindringen von Humor aqueus und somit vor Trübung durch den letzteren schütze. Trotzdem nun hier das Kapsel-Epithel an verschiedenen Stellen seine eigenthümliche Configuration und sicher auch seine chemische Individualität eingebüsst hatte, war die Linse klar. Entweder also musste das Kapsel-Epithel selbst in diesem Zustande noch seine schützende Wirkung geltend machen können, oder dafür überhaupt irrelevant sein. Der Gedanke, auf diese Frage genauer einzugehen, lag um so näher, als bei den Injectionen der Chlornatriumlösung in die vordere Kammer sich constant die Hornhaut trübte; eine Erscheinung, die auch bei dem lebenden Salzfrosche allmälig eintritt, wenn die Cataract nur einigermaassen vollständig ausgebildet ist. Die mikroskopische Untersuchung erwies hier wie da das Epithel der Membrana Descemet. hochgradigst verändert; an einigen Stellen fanden sich nur Tröpfchenmassen als Reste desselben. In die so des Schutzes beraubte Hornhaut drang Kammerwasser und die Cornea blieb so lange trüb zum mindesten, bis das Epithel wieder regenerirt war, was in der Regel mehrere Tage in Anspruch nahm; die Hornhauttrübung in Folge des Versuches war bald mehr, bald weniger diffus, je nachdem das Epithel der Descemetii angegriffen war.

Um für das sogenannte Kapsel-Epithel der Linse diese fundamentale Frage zu entscheiden, wurde eine Reihe von Versuchen angestellt, zu denen natürlich nur Leichen-Augen, wenngleich möglichst frische, verwendet werden konnten. Indess leidet die Giltigkeit der daraus

gewonnenen Resultate dadurch keinen Eintrag, da man sich leicht davon überzeugen kann, dass, falls auch nur durch oberflächliche Discision der Linsenkapsel in solchen Augen dem Humor aqueus Zutritt zur Linsensubstanz verschafft wird, dieselbe stets durch Quellung und Trübung darauf reagirt. Ich benutzte zu meinen Versuchen Katzen-, Hammel-, Schweine-, Kälber- und Menschen-Augen. Das Resultat war für alle das gleiche. Die Augen wurden im Aequator halbirt; von der vorderen Hälfte, welche die Linse enthielt, wurde der Glaskörper völlig entfernt, bis die hintere Oberfläche der Linse frei lag; nun wurde die hintere Linsenkapsel entfernt und die Linse ohne Verletzung aus dem Kapselsacke entfernt; sodann wurde vom Kapselsacke aus das vordere Epithel sorgfältig abgepinselt und die Linse in die so epithellose Kapsel wieder hineinlegt. Unter Schutz vor Verdunstung blieben die Augen 24 Stunden und darüber stehen, ohne dass sich, bei immer noch vorhandener vorderer Kammer eine cataractöse Trübung der Linsen eingestellt hätte.

Nachdem ferner vorher festgestellt war, dass eine entkapselte Linse in $^3/_4\%$ Chlornatriumlösung sich cataractös trübt, gleichwie durch Humor aqueus, wurde bei verschiedenen Thier-Augen zunächst die Cornea und die Iris abgetragen, sodann das halbirte Auge von hinten her behandelt, wie bei den vorigen Versuchen, das heisst, der Glaskörper, hintere Linsenkapsel und Linse entfernt, und die wohl erhaltene vordere Kapsel, die an Zonula und Ciliarkörper hing, auf die Oeffnung des kurzen Schenkels einer U-förmigen Röhre aufgebunden, die mit $^3/_4\%$ Chlornatriumlösung, mit geringem positiven Druck gefüllt war; die äussere Fläche der Linsenkapsel war nun ständig von $^3/_4\%$ Chlornatriumlösung bespült; von der inneren, jetzt nach oben frei gerichteten Kapselfläche wurde das Epithel abgepinselt und die Linse nun

wieder daraufgebracht. Gleichzeitig wurde nebenher derselbe Versuch angeordnet, das Kapsel-Epithel aber ganz intact gelassen. Nach 20stündigem Stehen verhielten sich beide Linsen absolut gleich; sie waren nicht cataractös; bei beiden war eine Andeutung der Linsensternfigur in ganz gleichem Grade eben sichtbar.

Ich muss nach diesen Versuchen annehmen, dass das sogenannte Linsenkapsel-Epithel für den Schutz der Linse vor einer Trübung durch das Kammerwasser ohne Bedeutung ist.

Um zu ergründen, welche Vorgänge eigentlich der Entstehung der Salzcataract zu Grunde lägen, wurden möglichst frischen thierischen Augen entnommene Linsen in die verschiedensten Concentrationen von Chlornatriumlösung eingelegt, und ihr Aussehen, ihre etwaige Gewichts-Zu- oder Abnahme genau controlirt. Das Verhalten der mit ihrer Kapsel in eine reichliche Menge der genannten Flüssigkeiten gelegten Linsen war zunächst ein gleiches für Salzlösungen von 20%, 15%, 10%, 5% und $2^3/_4$%. Die Linse trübt sich, in diese Lösungen gebracht, momentan kreidig, zwar oberflächlich, aber dicht, wobei sie leicht geschrumpft erscheint. Nach mehrstündigem Verbleiben in der Salzlösung scheint die oberflächlichste Zone sich wieder aufzuhellen und ist in noch etwas späterer Zeit als helle, blasenartig durchsichtige Partie von den darunter liegenden trüben Schichten abgehoben. Allmälig wird dieser blasig abgehobene Theil immer höher, während die Anfangs oberflächliche Linsentrübung nach der Tiefe fortgeschrittten ist; in späten Stadien stellt dann die Linse eine durch Flüssigkeit prall gespannte Blase dar, deren Centrum stark geschrumpfte und getrübte Linsensubstanz einnimmt; anfänglich vergrössert sich der blasig abgehobene Theil auf Kosten der Linsensubstanz sehr schnell, späterhin macht seine Zunahme nur langsame

Fortschritte. Eine in die Salzlösung gelegte Schweinslinse gewährt nach 18 Stunden etwa folgenden Anblick: die Linsenkapsel ist durch eine mässige Flüssigkeitsmenge von einer leicht getrübten Corticalschicht abgehoben, in der nur an vereinzelten Stellen, namentlich häufig im äquatorialen Theile stark kreidig getrübte Partieen sich finden; darauf folgt ein völlig durchsichtiges Stück Corticalsubstanz, endlich ein milchig getrübter Kern. Sticht man die oberste, blasenartige Partie an, so entleert sich unter starker Faltung des Kapselsackes eine Flüssigkeit, welche sich chemisch, sowie auch bei Anwendung concentrirter Na-Cl-lösung mikroskopisch durch Anwesenheit von darin suspendirten Na-Cl-Kryställchen als Salzlösung erweist; in dieser Flüssigkeit schwimmen ferner Epithelzellen und Linsenfasern in den allerverschiedensten Zerstörungsphasen. Die Epithelien sind zum Theil von normaler Grösse, mit Vacuolen reichlich erfüllt, zum Theil sind sie enorm gequollen, ohne sichtbaren Kern, ganz durchscheinend, zum Theil endlich erscheinen sie als Häufchen krümliger Substanz, die einen geschrumpften Kern einschliesst. Daneben zeigen sich Linsenfasern in den verschiedensten Zerstörungsformen, theils nur noch als regelmässige Reihen dicht aneinandergelagerter Myelintropfen kenntlich.

Die leicht getrübte Corticalschicht zeigt mikroskopisch dieselben Veränderungen, wie sie bei der spontanen Aufhellung der Salzcataract am lebenden Kaninchen eingehend beschrieben sind; während die in ihr stellenweise befindlichen kreidigen Trübungen noch die einfachen vacuolenartigen Veränderungen der frisch erzeugten Salzcataract darbieten.

An dem nun folgenden durchsichtigen Theile der Corticalis vermochte ich auch mikroskopisch nichts Pathologisches zu entdecken, während sich der milchig getrübte Kern wie eine amorphe, feinkörnige Masse dar-

stellte, in welcher sich keine Linsenfasern unterscheiden liessen. An der entkapselten Linse spielen sich beim Einlegen in Salzlösungen von den oben erwähnten Concentrationen die gleichen Vorgänge ab, nur dass hier natürlich die blasige Abhebung der Kapsel nicht stattfinden kann.

Legt man Linsen mit Kapsel in $1^{3}/_{4}$%, 1%, $^{3}/_{4}$%, $^{1}/_{2}$%, $^{1}/_{4}$% Chlornatriumlösung oder in destillirtes Wasser, so trüben sie sich allmälig ganz leicht, oberflächlich, ausserordentlich wenig auffallend, nur in $1^{3}/_{4}$% etwas merklicher, erscheinen dagegen nach mehreren Stunden wesentlich gequollen. Entkapselt quellen die Linsen in den letztgenannten Lösungen stark, unter gleichzeitiger Trübung. Mikroskopisch zeigen sich hier die verschiedensten Formen einer destructiven Veränderung der Linsenfasern, in denen das Myelin in der mannigfachsten Art und Weise geronnen erschien; andere Fasern zeigten auch Vacuolen.

Was die Aenderungen des Gewichtes der Linsen anlangt, so trat bei Salzlösungen bis herab zu $1^{3}/_{4}$%, in denen momentane cataractöse Trübung resultirte, momentan auch Gewichtsverlust ein; nach längerem Liegen in der Lösung, sobald die Kapsel sich blasenartig abzuheben beginnt: Gewichtszunahme.

Eine frische Schweinslinse von 0,4006 Gramm Gewicht wird in gesättigte Kochsalzlösung gelegt und momentan cataractös; sie wiegt jetzt 0,3960 Gramm, der Gewichtsverlust beträgt 0,0046 Gramm. Nach 24stündigem Liegen in der Salzlösung wiegt dieselbe Linse 0,4028 Gramm, gegen frisch: 0,4006. Nach 48 Stunden: 0,4128 Gramm. Nach 72 Stunden: 0,4192 Gamm.

Eine Hammellinse wiegt frisch: 1,4618 Gramm. Nach 16stündigem Liegen in $^{1}/_{4}$% Chlornatriumlösung: 1,7278.

Eine Hammellinse wiegt frisch: 1,58256 Gramm. Nach 16stündigem Liegen in $^{3}/_{4}$% Chlornatriumlösung: 1,6298 Gramm.

Eine Hammellinse wiegt frisch: 1,4518 Gramm Nach 16stündigem Liegen in destillirtem Wasser: 1,9108 Gramm.

Die Verwerthung dieser Bestimmungen zu einer Erklärung der Salzcataract behalte ich mir für weiter unten vor, bis ich zuvörderst die Wesenheit der durch Traubenzucker zu erzeugenden Linsentrübung geschildert haben werde; es wird sich erweisen, dass sich für beide Formen die gleichen Resultate und auch die gleichen Entstehungsgesetze ergeben, die dann im Zusammenhange besprochen werden sollen.

Bringt man thierische Linsen in Traubenzuckerlösung von hoher Concentration, so erleiden sie dieselben Veränderungen wie in Chlornatriumlösung, nur mit dem Unterschiede, dass die cataractöse Trübung momentan nicht so dicht erscheint, wie bei jenen; sie erreicht die gleiche Dichtigkeit hier erst allmälig; in Bezug auf diese Wirkung entspricht eine 20% Zuckerlösung etwa einer 5% Salzlösung. Ebenso erfolgen nun die blasenartige Kapsel-Abhebung, die Aufhellung der Anfangs getrübten und die successive Trübung der inneren Schichten der Linse bei weitem langsamer, als bei den Salzlösungen. Schliesslich erfolgen sie aber doch in gleicher Weise, und es zeigen die veränderten Linsen mikroskopisch dieselben Erscheinungen, wie die Salzlinsen. Indess bedarf es einer weit stärkeren Concentration der Zuckerlösung, um die Linsen, in ihrer Kapsel, cataractös zu machen, als dies bei dem Chlornatrium der Fall ist. Mit 5% Zuckerlösung gelingt es nur nach einiger Zeit, eine nicht sehr intensive Linsentrübung hervorzurufen, 2% Lösung hat, was cataractöse Trübung der Linse anlangt, absolut keinen anderen Einfluss, als destillirtes Wasser; die Linse nimmt in letzterer Lösung allmälig an Gewicht zu, ohne dass sich in der entkapselten Linse bei sorgfältigster Untersuchung eine Spur von Zucker nachweisen liesse. Was die histologischen Veränderungen der in Zuckerlösung getrübten Linsen angeht, so zeigen sie genau die gleichen Bilder,

wie sie von der Salzcataract beschrieben sind; ebenso gaben genaue Wägungen der in Zuckerlösung cataractös gemachten Linsen die gleichen Resultate, die bei den Salzlinsen gewonnen waren: anfänglich Gewichtsverlust, allmälig mit der Wiederaufhellung und Kapsel-Abhebung Hand in Hand gehende, hier langsam, aber stetig erfolgende Gewichtszunahme. Injection sehr concentrirter, etwa 20% Traubenzuckerlösung in die vordere Kammer des lebenden Kaninchens bringt momentan Cataract hervor, bei gleichzeitig sich entwickelnder leichter Hornhauttrübung; das Aussehen, sowie der Charakter der histologischen Veränderungen unterscheidet sich in Nichts von der auf die nämliche Art erzeugten Salzcataract; sie verschwindet auch, wie jene, spontan unter den gleichen mikroskopisch nachzuweisenden Rückbildungsvorgängen. Endlich sei noch erwähnt, dass man letztere Rückbildungsvorgänge auch an solchen Linsen wiederfindet, welche in Salz- oder Zuckerlösung erst cataractös gemacht, hinterher durch Einlegen in destillirtes Wasser wieder aufgehellt werden. Nur erscheinen hier, wo der ganze Process um so viel schneller vor sich geht, als bei der spontanen Aufhellung, die Zellen und Linsenfasern noch ungleich stärker gequollen.

Frage ich mich nun, auf welche Grundursache ich alle die bisher beschriebenen Formen von Chlornatrium- und Zucker-Cataract zurückführen soll, so glaube ich mit vollster Berechtigung dieselbe in „Wasserentziehung" suchen zu müssen; beide Lösungen in gewissen Concentrationen trüben die thierische Linse, indem sie derselben Wasser entziehen. Ganz abgesehen von dem Moment, auf welches die früheren Vertreter dieser selben Ansicht fast allein sich zu stützen vermochten,

dass nämlich die durch jene Lösungen getrübten Linsen in destillirtem Wasser wieder durchsichtig werden, gründe ich meine Annahme auf folgende Punkte:

Die Linsen erleiden bei dem Auftreten der Trübung constant einen Gewichtsverlust.

Legt man ein Säugethier-Auge nach Eröffnung der vorderen Kammer in concentrirte Chlorcalciumlösung, so trübt sich die Linse binnen Kurzem, indem sie schrumpft.

Frösche, unter eine überall luftdicht geschlossene Glasglocke gebracht, innerhalb deren Chlorcalciumstücke in reichlicher Menge aufgestellt sind, aber so, dass die Thiere damit nicht in unmittelbare Berührung kommen können, vertrocknen völlig bei gleichzeitig sich einstellender Linsentrübung. Die Linsentrübung tritt erst dann ein, wenn die Frösche schon stark eingetrocknet, dem Tode nahe sind; die Trübung ist nur sehr zart und oberflächlich, aber doch deutlich sichtbar, wenn man die Linse aus dem Auge entfernt. An dem unversehrten Auge ist sie schon der starken Hornhautvertrocknung wegen nicht wahrzunehmen. Mikroskopisch bietet die Linse dieselben Veränderungen dar, wie die Salz- und Zucker-Cataract.

Den Einwand Guttmann's, dass es nicht gelänge, Fröschen durch Einverleibung von Chlorcalcium in den lebenden Körper Linsentrübung zu erzeugen, kann ich nicht gelten lassen, da es mir zu wiederholten Malen ohne Schwierigkeit geglückt ist. Chlorcalcium in Substanz unter die Haut der gewöhnlich gebrauchten Frösche gebracht, zerstört dieselbe sehr schnell, so dass sie zerbröckelt und der grösste Theil der eingebrachten Masse sich entleert; stehen einem jedoch sehr grosse und kräftige Exemplare mit dicker, lederartiger Haut zu Gebote, so gelangt bei genügender Beibringung jener

Substanz so viel davon in den Organismus, als eben zur Erzeugung der Cataract nöthig ist.

Wenn Mitchell behauptet, eine thierische Linse, getrocknet, bleibe durchsichtig, so hat das allerdings seine Richtigkeit, dass er aber daraus den Schluss zieht, Wasser-Entziehung allein könne keine Cataract machen, dürfte nicht gerechtfertigt sein. Ich habe mich durch das Experiment davon überzeugt, dass es in diesem Falle nur auf die grössere oder geringere Schnelligkeit ankommt, mit der der Linse ihr Wasser entzogen wird; sie bleibt klar, wenn dieser Process, wie bei der Eintrocknung durch Verdunstung, langsam vor sich geht, im entgegengesetzten Falle trübt sie sich. Trocknet man einen kleinen, wohl luftdicht verschlossenen Raum durch Chlorcalcium gehörig aus, und bringt man dann in diesen eine Linse zur Vertrocknung, so trübt sie sich darin allmälig vollständig und zerfällt bei leichtem Druck zu einer kreidigen, pulverigen Masse.

Ich glaube, dass der andere Einwand Mitchell's, man könne Frösche bei einer Temperatur von 75—88° F. eintrocknen, ohne dass sich Linsentrübung einstelle, damit ebenfalls seine Erledigung findet. Der Tod dieser Frösche durch Eintrocknung trat nach 5—6 Tagen ein: die Linse war klar.

Unter der Glocke mit Chlorcalcium leben die Frösche 1 Tag; kleinere sterben nach wenigen Stunden vertrocknet: die Linse ist cataractös. Den mikroskopischen, wenngleich bei allen bislang erwähnten Cataracten ganz constanten Befund, möchte ich vorläufig deshalb am wenigsten urgiren, weil er auch bei senilen Linsentrübungen, sowie weichen Cataracten, deren Aetiologie noch gänzlich unklar ist, öfters, freilich nur als Theilerscheinung anderer destructiver Vorgänge in der Linsensubstanz angetroffen wird. Er unterstützt eben nur hier die Annahme einer gleichen Grundursache für das Zu-

standekommen der Salz-, Zucker- und Chlorcalcium-Cataract.

Es fragt sich nun, wie bei dieser Annahme der Wasser-Entziehung als Grund der Linsentrübung die spätere theilweise Wiederaufhellung in der gleichen, die Trübung veranlassenden Flüssigkeit, die blasige Abhebung der Linsenkapsel und, im Contrast mit der anfänglichen Gewichts-Abnahme, die Gewichts-Zunahme der ganzen Linse späterhin, erklärt werden kann.

Ich denke mir die Linse in ihrer Kapsel als eine mit einer Eiweisslösung gefüllte Blase, die hier also von einer concentrirteren Kochsalzlösung umgeben ist. Da die in der Blase befindliche Eiweisslösung an Kochsalz arm ist, so wird ihr durch die umgebende salzreiche Flüssigkeit Wasser entzogen werden, wofür eine grosse Menge Kochsalz in die Blase hineingehen wird. Dieser Vorgang wird mit einer gewissen Geschwindigkeit von Statten gehen, und zwar geschwinder, als der gleichzeitig durch das Eiweiss in der Blase gegenüber der umgebenden Flüssigkeit angeregte. Hier wird nämlich von dem Eiweiss eine Anziehung auf die Kochsalzlösung ausserhalb ausgeübt, die zu einer Aufnahme von solcher in die Linse führt, während verschwindend wenig Eiweiss nach aussen gelangt. Da aber wegen der grösseren Diffusionsgeschwindigkeit der umgebenden concentrirten Kochsalzlösung gegen die schwache innerhalb der Blase im Vergleich mit der geringeren Diffusionsgeschwindigkeit des Eiweisses gegen die umgebende Lösung, in derselben Zeiteinheit mehr Wasser abgegeben wird, als Kochsalzlösung aufgenommen, so wird die Blase — was ja nun die Linse in der That thut — an Gewicht verlieren. Je concentrirter aber durch die Wasser-Entziehung der Kochsalzgehalt innerhalb der Blase wird, desto mehr wird jetzt auch die Diffusionsgeschwindigkeit der umgebenden Kochsalzlösung gegen die innerhalb der Blase verlangsamt, wäh-

rend die des Eiweisses gegenüber derselben umgebenden Lösung nahezu die gleiche bleibt, da das ausgetretene Eiweiss in der Menge der umgebenden Flüssigkeit kaum in Betracht gezogen werden kann. Es wird deshalb bald ein nicht näher zu bestimmender Zeitpunkt auftreten, wo die Blase beträchtlich mehr Flüssigkeit aufnimmt, als sie abgiebt: die Linse nimmt an Gewicht zu, es sammelt sich die aufgenommene Flüssigkeit innerhalb des Kapselsackes, diesen emporhebend.

Ist diese Anschauung des Diffusionsvorganges eine richtige, so muss man erwarten, dass eine Linse in eine eiweissreiche Salzlösung von hohem Kochsalzgehalt gebracht, in dieser nur durch Wasserverlust an Gewicht verlieren dürfe.

In der That ergab die Wägung, dass eine Schweinslinse in Schweineblutserum, dem reichlich Kochsalz beigemengt war, worin sie sich wiederum momentan trübte und auch sonst, mit Ausnahme der Abhebung des Kapselsackes, sich veränderte, wie in reiner Salzlösung, — nach 18 Stunden um 0,1418 Gramm an Gewicht verloren hatte.

Unter dem Einflusse der Wasser-Entziehung trübt sich zunächst die oberflächlichste Corticalschicht der Linse; unter der fortdauernden Einwirkung der in dieselbe diffundirenden Kochsalzlösung wird diese Schicht allmälig zerstört; in dem ihrer Auflösung vorhergehenden Stadium gewinnen die getrübten Fasern wieder ein durchscheinendes Ansehen, bei einem mikroskopischen Verhalten, welches dem bei der spontanen Wiederaufhellung der Salzcataract nahezu gleicht; nur findet man eben, wie schon oben erwähnt, hier gleichzeitig auch die verschiedensten Zerstörungsformen der Fasern, die bei jenem Processe fehlen.

Natürlich gilt das bisher Erörterte in gleicher Weise auch für die Zuckerlösungen.

Endlich möchte ich noch mit wenigen Worten auf die Kerntrübung zurückkommen, welche Schweine- und auch Hammellinsen, die in concentrirteren Salz- oder Zuckerlösungen lagen, zeigten. Aus dem Umstande, dass diese Kerntrübung nicht regelmässig auftrat, sondern zuweilen ausblieb, dass ferner, wo sie auftrat, die nächste sie umgebende Linsenpartie normal erschien, dass ich sie endlich auch sonst an Linsen fand, die angeblich ganz frisch waren, möchte ich schliessen, dass sie in keine directe Beziehung zu der Salz- oder Zuckerlösung zu bringen ist. Es ist mir bislang nicht gelungen, die Bedingungen, unter denen diese Kerntrübung erscheint, kennen zu lernen.

Ich nehme keinen Anstand, auch die Linsentrübung, die man dem lebenden Thiere durch Einverleibung von Salz in den Gesammt-Organismus macht, durch Wasser-Entziehung zu erklären, ganz nach der Analogie der in Salzlösung direct eingelegten Linsen und der dadurch geschaffenen Trübung. Es gelingt ohne Mühe, bei Salzfröschen den hohen Salzgehalt der Augenflüssigkeiten nachzuweisen, der ohne weiteres die Cataract erklärt. Der Salzgehalt des Humor aqueus zeigt sich bei einigermaassen completerer Linsentrübung bei diesen Thieren schon während des Lebens durch eine allmälig zunehmende diffuse Hornhauttrübung.

Im Hinblick auf die bei Diabetes mellitus nicht gerade selten auftretende Linsentrübung ging ich nun daran, mich specieller mit der E r z e u g u n g v o n C a t a r a c t d u r c h T r a u b e n z u c k e r l ö s u n g e n zu beschäftigen, und zwar sowohl an ausgeschnittenen thierischen und menschlichen Augen, als auch an lebenden Thieren. Galt es ja doch zu entscheiden, ob es der Zuckergehalt der Augenflüssigkeiten ist, der die diabetische Cataract hervorbringt.

Ich suchte zunächst, hauptsächlich bei menschlichen

Augen, festzustellen, welcher Zuckergehalt des Humor aqueus und Glaskörpers nothwendig wäre, um überhaupt Linsentrübung zu machen. Ich injicirte nach Ablassung des Kammerwassers unter einem beständigen Drucke von circa 40 Mm. Quecksilber in die vordere Kammer, sowie gleichzeitig in den Glaskörper eine 1% Traubenzuckerlösung, der zur besseren Nachahmung der im lebenden Körper befindlichen Augenflüssigkeiten 0,6 Gramm Chlornatr. und 0,05 Gramm kohlensaures Natron auf 100 Gramm Zuckerlösung beigemengt wurden. Nach 24stündiger Einwirkung der injicirten Flüssigkeit unter stets gleichem Drucke, war die Linse absolut klar geblieben. Das gleiche Resultat erhielt ich bei derselben Versuchs-Anordnung an Thier-Augen. Erst als ich in ganz der gleichen Weise bei einem menschlichen Auge 5% Traubenzuckerlösung verwendete, gelang es nach 14 Stunden, eine Linsentrübung bei gleichzeitiger Schrumpfung der Linse hervorzubringen, während auch die Hornhaut stark getrübt und gequollen erschien. Mikroskopisch unterschieden sich die Veränderungen in Nichts von denen der früher so oft beschriebenen Salz- und Zucker-Cataracten. Die Form der Linsentrübung hatte nichts Eigenthümliches; ihre Verbreitung betraf nur die oberflächlichsten Corticalschichten.

Besonders hervorheben möchte ich nur noch, dass die Trübung hier ihren Anfang an dem äquatorialen Theile der Linse nahm; auch nach einigen anderen Beobachtungen scheint mir die Linsenkapsel am Aequator der Diffusion den geringsten Widerstand entgegenzusetzen. Das Resultat dieser Versuche ist also das gleiche, wie ich es beim Einlegen ausgeschnittener Linsen in Zuckerlösung erhielt: erst bei einer Concentration der Lösung von 5% entsteht Trübung der Linse durch Wasser-Entziehung.

Ich ging nun daran, lebenden Thieren durch Einbringen von Traubenzucker in den Organismus, wenn möglich, Linsentrübung zu erzeugen.

Bei den Fröschen, die ich zunächst zu solchen Versuchen verwendete, misslangen mir Anfangs alle darauf gerichteten Bemühungen. Die Thiere, denen ganz wie bei den Salz-Untersuchungen, Traubenzucker in Substanz in den Rückenlymphsack gebracht wurde, starben zwar unter starkem Oedem, aber ohne Cataract. Ich glaubte in Rücksicht auf die starken Concentrationen von Zuckerlösung, die nöthig waren, die ausgeschnittene Thierlinse zu trüben, den Grund für die Erfolglosigkeit meiner Bemühungen am lebenden Thiere darin suchen zu müssen, dass ich nicht genug Traubenzucker verwendet hatte. Und in der That, als ich die Quantität des beigebrachten Zuckers verdoppelte, bekamen die Frösche Cataract, unter den gleichen Erscheinungen, sowohl makroskopisch, als mikroskopisch, wie die Salzfrösche, bei reichlichem Zuckergehalt der Augenflüssigkeiten.

Dem lebenden Kaninchen durch Beibringen von Zucker Cataract zu erzeugen, war mir nicht möglich. Grosse Zuckermengen — eine concentrirte Traubenzuckerlösung, die 50 Gramm Zucker enthielt — dem Thiere in die Bauchhöhle injicirt, hatte keinen Einfluss; ebensowenig zeigte sich an demselben Thiere irgend eine Veränderung, als dasselbe Experiment immer mit der gleichen Zuckermenge mehrere Tage hintereinander wiederholt, und ihm ausserdem noch kleinere Zuckerquantäten unter die Rückenhaut gespritzt wurden. Ich nahm an, dass der Zucker zu schnell ausgeschieden werde, um in genügender Concentration in den Augenflüssigkeiten zu erscheinen. Es wurden deshalb einem Kaninchen beiderseits die Nierengefässe unterbunden und ihm sofort nach der Operation 50 Gramm Traubenzucker in Lösung, dem auch etwas Fruchtzucker bei-

gemengt wurde, in den Magen injicirt (mittelst der Schlundsonde); nach einigen Stunden nochmals 40 Gramm unter die Rückenhaut. Das Thier lebte zwei Tage, und starb dann ohne Linsentrübung. Bald nach dem Tode des Thieres wurden die Augen enucleirt und die Augenflüssigkeiten, der Humor aqueus, sowie der Humor vitreus auf ihren Zuckergehalt untersucht. Der Humor aqueus enthielt 0,2%, der Humor vitreus 0,3 % Zucker. Das Blut war, wie eine leider nur qualitativ ausgeführte Untersuchung zeigte, mit Zucker überladen. In dem relativ so ausserordentlich geringen Zuckergehalt der Augenflüssigkeiten ist, meiner Ansicht nach, jedenfalls der Misserfolg in Betreff der Linsentrübung zu suchen.

Bei Fröschen ist es möglich, durch Ueberladung des Organismus auch den Zuckergehalt der Augenflüssigkeiten auf eine zur Cataractbildung genügende Höhe zu treiben, bei Säugethieren ist es mir wenigstens nicht gelungen.

Ich glaube, dass es nach allem Erörterten nicht zweifelhaft sein kann, dass der Zucker als solcher, in den die Linse umgebenden Augenflüssigkeiten nur dann zu Cataractbildung führt, wenn er in einer Concentration wirken kann, in der seine wasserentziehende Eigenschaft zur Geltung kommt. Diese Concentration ist aber eine auffallend hohe, da ja selbst 2% Zuckerlösung die Linse nicht cataractös zu trüben vermag.

Im Hinblicke auf solche Thatsachen muss ich mich mit aller Entschiedenheit gegen die Ansicht aussprechen, dass die diabetische Cataract eine Folge der Wasser-Entziehung durch den Zuckergehalt der Augenflüssigkeiten sei. Von den wenigen chemischen Analysen des Kammerwassers bei diabetischer Cataract hat nur ein Theil Spuren von Zucker nachweisen lassen; in Bezug auf die anderen war das Resultat ein absolut negatives. Wenngleich die meisten Beobachter angeben, dass bei

diabetischer Cataract stets reichliche Zucker-Ausscheidung durch den Harn vorhanden sei, so möchte ich daraus noch durchaus nicht auf reichen Zuckergehalt der Augenflüssigkeiten schliessen. Einmal spricht dagegen der Versuch mit dem Kaninchen, das bei Unterbindung der Nierengefässe und reichlicher Zucker-Einfuhr nur 0,2—0,3 % Zucker in den Augenflüssigkeiten hatte, dann aber die Untersuchung der Augen eines diabetischen Individuums, die ich kurze Zeit nach dem Tode desselben erhielt.

Es handelt sich um ein Mädchen von 11 Jahren, das seit ¾ Jahren an Diabetes mellitus litt; anfänglich war die Anwesenheit von Zucker im Urin nur qualitativ constatirt worden, als das Kind aber 14 Tage vor seinem Tode in das Göttinger Universitäts-Krankenhaus aufgenommen wurde, wurden täglich quantitative Urin-Untersuchungen angestellt. Bei ausserordentlichem Marasmus des Kindes, und einem Körpergewicht von 50 Pfund, betrug der Zuckergehalt des Harns constant mehr als 8 %; nur zweimal sank er auf 7,143 %. Das Kind bekam keine Cataract.

Die Untersuchung der der ganz frischen Leiche entnommenen Augen ergab:

Reaction des Humor aqueus: stark alkalisch.
Zuckergehalt des Humor aqueus: 0,5 %.
Zuckergehalt des Humor vitreus: 0,366 %.

Es ist dies jedenfalls ein im Verhältniss zu dem lange Zeit bestehenden hohen Zuckergehalte des Urins recht geringer Procentgehalt. Dass solche Zuckermengen in den Augenflüssigkeiten, wie hier anzunehmen, längere Zeit vertragen werden, ohne die Durchsichtigkeit der Linse zu beeinträchtigen, lehrt diese Beobachtung ebenfalls. — Die klaren Linsen dieses diabetischen Kindes waren zuckerfrei.

Ein Zuckergehalt, wie er nach allen Versuchen nöthig wäre, um die menschliche Linse durch Wasser-Entziehung zu trüben, dürfte an der Hand obiger Analysen sicherlich als undenkbar bezeichnet werden.

Ebenso spricht die unter meist starken Quellungs-Erscheinungen auftretende Cataract bei Diabetes mellitus gegen die Wasser-Entziehung, ganz abgesehen von dem völlig uncharakteristischen mikroskopischen Befunde bei dieser Linsentrübung. Knapp*) erwähnt sogar ausdrücklich bei der Beschreibung einer diabetischen Cataract „die grossen und schönen Epithelialzellen" der Linsenkapsel, ein Verhalten, das nach meinen Beobachtungen über die Wasser-Entziehungs-Cataract durch Zucker nicht möglich wäre, falls die Cataract auf letztere Art entstanden wäre.

Endlich möchte ich noch erwähnen, dass, wo es mir durch Injection von Zuckerlösungen in die vordere Kammer von Leichen oder lebenden Thieren gelang, Linsentrübung hervorzubringen, stets auch die Hornhaut sich Anfangs leicht, dann immer stärker diffus trübte; ich fand die Erklärung, wie bei den gleichen Salz-Injectionen, in einer mehr oder weniger ausgedehnten Veränderung der Endothelzellen der Membrana Descemetii.

Bei der diabetischen Cataract, falls dieselbe durch die Anwesenheit von Zucker im Humor aqueus bedingt sein sollte, könnte man darnach wohl allmälig auftretende Hornhauttrübung erwarten, von der aber kein Beobachter zu berichten weiss. Wenn nun auch der Zucker in den Augenflüssigkeiten, in seiner Eigenschaft als wasserentziehendes Mittel bei Diabetes mellitus sicher keine Cataract macht, so ist damit noch nicht ausgesprochen, dass er gerade bei Diabetes nicht irgend eine andere, durch das Experiment unnachahmbare Eigenschaft an sich trüge, die Cataractbildung zur Folge hätte. Will mir diese Annahme auch aus dem Grunde

*) Klinische Monatsblätter von Zehender. April 1863.

nicht recht wahrscheinlich erscheinen, weil bei Diabetes mellitus, wenn auch nicht häufig, so doch sicher einseitige Staarbildung, wenigstens für eine gewisse Zeit, constatirt ist,*) so kann ich sie doch andererseits nicht auf der Basis von Thatsachen durch eine andere ersetzen.

Auch möchte ich hier noch das von einigen Beobachtern erwähnte Vorkommen von Cataract bei Diabetes insipidus anführen. Insbesondere hat neuerdings Verneuil**), bei Gelegenheit der Besprechung des Einflusses von Allgemeinkrankheiten auf die Heilung von Extractionswunden, drei Fälle von Cataract in Verbindung mit Diabetes insipidus mitgetheilt, bei welchen sämmtlich ein ungünstiger Ausgang erfolgte.

Die Resultate vorstehender Untersuchungen lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1) In der Krystalllinse des lebenden Thieres und des Menschen befindet sich innerhalb der ganzen Linsenkapsel, zwischen deren vorderer Fläche und dem Epithel einerseits, ihrer hinteren Fläche und der hinteren Corticalis andererseits, eine dünne Eiweissschicht (?), welche an der ausgeschnittenen, vor Verdunstung nicht geschützten Linse, in Form hellglänzender Tröpfchen, die polygonale, regelmässige Bilder begrenzen, gerinnt; mit Silber gefärbt, erscheinen dem Endothel täuschend ähnliche Figuren.

---

*) So erwähnt Förster (Handbuch von Graefe und Saemisch, VII, 1, pag. 219) neben einer eigenen Beobachtung einseitiger diabetischer Cataract, besonders eine Angabe von Seegen, dessen eine Patientin, ein an Diabetes mellitus leidendes Mädchen von 12 Jahren, ebenfalls nur ein mit Cataract behaftetes Auge hatte.

**) Verneuil, Note sur l'opération de la cataracte chez les diathésiques. Revue mens. de méd. et de chir. 1877. No. 6. (Ref. im Centralbl. f. Chir. 1877. No. 20.)

Ich nenne diese Schicht: subcapsuläre Schicht.

2) Ausser dieser Eiweisslage (?) befindet sich eine gleiche zwischen dem vorderen Kapsel-Epithel und den Fasern der vorderen Corticalis, bis hin zum Uebergange der Zellen in die Fasern selbst. Auch sie stellt geronnen eine Art Mosaik dar: polygonale und rundliche Felder mit glänzendem, doppeltem Contour. Silberfärbung lässt hier gleichfalls an ihrer Stelle endothelartige Figuren hervortreten.

Ich nenne diese Schicht: subepitheliale Schicht.

3) Das sogenannte vordere Kapsel-Epithel ist für den Schutz der Linse vor Trübung durch eindringendes Kammerwasser ohne Bedeutung.

4) Kochsalzlösungen und Zuckerlösungen von gewisser stärkerer Concentration machen ausgeschnittene thierische Linsen durch Wasser-Entziehung cataractös; Anfangs schrumpfen die Linsen in solchen Flüssigkeiten, späterhin quellen sie durch reichlichere Flüssigkeits-Aufnahme, wobei Linsensubstanz zu Grunde geht.

5) Unter sonst gleichen Verhältnissen muss zur Erzeugung einer Cataract durch Wasser-Entziehung eine Zuckerlösung bedeutend concentrirter sein, als eine Kochsalzlösung. 5% Zuckerlösung wirkt in dieser Hinsicht annähernd wie $2^1/_2$% Salzlösung.

6) Durch Injection von concentrirter Salz- oder Zuckerlösung in die vordere Kammer lebender grösserer Säugethiere entsteht ebenfalls momentan Cataract durch Wasser-Entziehung, unter leichter, diffuser Hornhauttrübung. Die Linsentrübung ist der momentanen, oder wegen der Verdünnung durch schnell abgesonderten Humor aqueus, jedenfalls sehr kurzen Einwirkung jener Lösungen wegen, oberflächlich und schwindet binnen kürzerer oder längerer Zeit spontan.

7) Die an lebenden Thieren durch Einverleibung von Salz oder Zucker in den Gesammt-Organismus erzeugte

Linsentrübung ist durch Wasser-Entziehung bedingt; dem entsprechend ist der Gehalt der Augenflüssigkeiten an jenen Stoffen.

8) Sämmtliche bisher beschriebenen, durch Wasser-Entziehung erklärten Formen von Cataract bieten den gleichen mikroskopischen Befund dar: reichliches Auftreten hellglänzender, doppeltcontourirter Vacuolen in Kapsel-Epithelien und Linsenfasern.

9) Geringe Concentrationen von Salz- oder Zuckerlösung machen die thierische Linse nur quellen, unter kaum auffallender oberflächlicher Trübung.

10) Entkapselte Linsen verhalten sich concentrirten Salz- oder Zuckerlösungen gegenüber, wie Linsen in ihrer Kapsel; in schwach concentrirten trüben sie sich allmälig vollständig unter starker Quellung.

11) Die bei Injectionen starker Salz- oder Zuckerlösung in die vordere Kammer auftretende Hornhauttrübung findet ihre Erklärung in einer hochgradigen Veränderung des Endothels der Membrana Descemetii, als Folge der Einspritzung jener Lösungen.

12) Die bei Diabetes mellitus auftretende Linsentrübung kann nicht durch Wasser-Entziehung Seitens stark zuckerhaltiger Augenflüssigkeiten erklärt werden.

Göttingen, im Juni 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Figur 1. Subcapsuläre Eiweissschicht der vorderen Linsenkapsel vom Frosch, durch Argent. nitr. dargestellt.

Figur 2. Dasselbe vom Menschen:
a) auf der vorderen Kapsel, } bei der gleichen
b) auf der hinteren Kapsel, } Vergrösserung.

Figur 3. Dieselbe Eiweissschicht, wie sie sich bei Injectionen von Argent. nitr. in die vordere Augenkammer lebender Thiere darstellt.

Figur 4a. Dieselbe Eiweissschicht auf dem Querschnitt. Menschliche Linsenkapsel mit Argent. nitr. gefärbt.

Figur 4b. Subepitheliale Schicht auf dem Querschnitt.

Figur 5. Subepitheliale Eiweissschicht an der frisch abgezogenen Linsenkapsel vom Kaninchen (Hämatoxylin-Tinction).

Figur 6. Dieselbe Schicht an der Froschlinse, durch Behandlung mit Argent. nitr.

Figur 7. Epithel der vorderen Linsenkapsel vom Kaninchen, nach Injection von Argent. nitr.-Lösung in die vordere Kammer des lebenden Thieres.

Figur 8. Hochgradige Veränderung des Epithels der vorderen Kapsel der Froschlinse bei Salzcataract. a Kern.

Figur 9. Isolirte Linsenfasern bei Salzcataract. (Frosch, aus Müller'scher Flüssigkeit).

Figur 10. Isolirte Kapsel-Epithelien bei Salzcataract, vom Frosch; zum Theil frisch, zum Theil aus Müller'scher Flüssigkeit. a an die Wand gedrängter Zellkern. b durch Freiwerden von Vacuolen ausgezackter Zellrand.

Ueber Atropin und Physostigmin und ihre Wirkung auf den intraocularen Druck.

Ein Beitrag zur Therapie des Glaucoms.

Von

Prof. Dr. Laqueur in Strassburg.

Um die unleugbaren wohlthätigen Wirkungen des Atropins in zahlreichen entzündlichen Affectionen der Cornea und Iris zu erklären, hat man seit lange angenommen, dass dieses Mydriaticum den intraocularen Druck herabsetzt. Man glaubte, sich am lebenden Auge von diesem Effecte überzeugt zu haben; tonometrische Messungen schienen die Annahme zu stützen. So giebt E. Pflüger,*) der eine grosse Zahl von Augen mit dem Dor'schen Tonometer untersucht hat, an, dass er in 80% aller Fälle nach der Atropinisirung eine deutliche Verminderung der intraocularen Spannung gesehen, dass er in 16% keine Veränderung derselben und in nur 3% eine Vermehrung beobachtet habe. Für die grosse Mehrzahl der Fälle hält Pflüger die druckvermindernde

---

*) Arch. f. Augen- u. Ohrenh., II, 1.

Wirkung des Mittels für erwiesen. — Auch Adamük*) kam auf Grund seiner Experimente an Thieren zu dem Resultat, dass nach Atropin-Einträufelung die intraoculare Spannung vermindert wird, wie Wegner und Grünhagen bereits angegeben hatten. Coccius**) hält ebenfalls die druckvermindernde Wirkung des Atropins für erwiesen; nach ihm fühlen sich Augen, welche längere Zeit atropinisirt worden sind, weich an.

Mit dieser Annahme war aber die Thatsache schwer in Einklang zu bringen, dass das Atropin im Glaucom eine Wirkung im entgegengesetzten Sinne äussert. Wharton Jones***) warnt vor dem Gebrauche des Mittels im acuten Glaucom, und giebt an, dass es hier positiv schädlich wirkt. Dass ein latentes chronisches Glaucom durch Atropingebrauch in ein acutes übergeführt werden kann, hat zuerst A. v. Graefe†) beobachtet. In einer Arbeit über intraoculare Tumoren bemerkt er, dass in Augen, welche auf einer gewissen Höhe der Drucksteigerung sich befanden, eine acute glaucomatöse Entzündung eingetreten sei, und zwar mehrfach, kurz nachdem behufs besserer Untersuchung ein Tropfen Atropin eingeträufelt worden war. „Eine ähnliche Wahrnehmung," fügt er hinzu, „habe ich zu häufig bei chronischem Glaucom gemacht, um ein Spiel des Zufalls präsumiren zu können."

Die Beobachtung v. Graefe's wurde bald von verschiedenen Seiten bestätigt. H. Derby††) theilte zwei bezügliche Fälle mit. Im ersten Falle handelte es sich

*) Annales d'Ocul., t. LXIII, pag. 108.
**) Mechanismus der Accommod., pag. 108.
***) Med. Times and Gaz., Vol. 1, pag. 111.
†) Dieses Arch., Bd. XIV, 2, pag. 117.
††) Transact. Amer. Ophth. Soc., 1869, pag. 35. Fourth and Fifth Meetings.

um einen 43jährigen Mann, welcher seit mehreren Jahren an beiderseitigem chronischen Glaucom litt. In das linke Auge wurde zum Zwecke der Erleichterung der ophthalmoskopischen Untersuchung ein Tropfen Atropin eingeträufelt, und eine Stunde darauf wurde dieses Auge von einem furchtbar heftigen, acuten Glaucom-Anfall betroffen. Der zweite Fall betraf eine 62jährige Frau, deren linkes Auge an Glaucom erblindet war, während das rechte noch normal zu sein schien und keine Spur von Excavation zeigte. Am Abend des Tages, an welchem in das rechte Auge Atropin eingeträufelt worden, traten die Vorläufer eines Anfalls ein, welcher nach 40 Stunden seine grösste Intensität erreichte.

Warlomont*) berichtet von einer Frau, die am linken Auge an Glaucoma absolutum, am rechten an beginnendem Glaucom litt. Es wird ihr um 11 Uhr Vormittags ein Tropfen Atropin ins rechte Auge eingeträufelt, und um 4 Uhr Nachmittags wird dieses Auge von einem äusserst heftigen acuten Glaucom befallen, welches die sofortige Iridectomie nothwendig machte.

Mooren**) hatte ebenfalls Gelegenheit, die von Graefe'sche Beobachtung zu bestätigen. Ein Kranker, welcher schon vor 15 Jahren wegen Glaucom iridectomirt worden war, bekam aufs Neue Ciliarneuralgien; es wurde Atropin eingeträufelt. Die Neuralgien nahmen zu, und am folgenden Tage bot das Auge die Zeichen des acuten Glaucoms dar. Eine zweite Iridectomie stellte das Sehvermögen wieder her. — Mooren erwähnt noch einen zweiten hierhergehörigen Fall. Ein seit lange an Iritis leidender Patient hatte durch anhaltenden Atropingebrauch heftige Druckvermehrung mit starken Ciliarneuralgien bekommen — das typische Bild eines ent-

---

*) Annales d'Ocul.. t. LXIV, pag. 36.
**) Ophthalm. Mittheilungen aus dem Jahr 1875, pag. 55.

zündlichen Glaucoms. Die Beseitigung des Atropins reichte hin, um die glaucomatösen Erscheinungen zum Verschwinden zu bringen und das Sehvermögen auf den Zustand vor dem Anfalle wiederherzustellen.

Hirschberg*) berichtet von einer 64jährigen Frau, die bis dahin niemals an den Augen gelitten hatte und sich aus Versehen einen Tropfen Atròpin in jedes Auge brachte. Am Nachmittag des folgenden Tages entstand Injection der Augen, Kopfschmerz und Erbrechen und Abnahme des Sehvermögens. Nach 8 Tagen fand man ein unzweifelhaftes beiderseitiges subacutes Glaucom, welches erfolgreich iridectomirt wurde. Bemerkenswerth ist, dass vom 3. Tage nach der Operation wegen sich bildender hinterer Synechien Atropin eingeträufelt und nunmehr gut vertragen wurde.

Bezold**) sah nach zweimaliger Atropin-Einträufelung ein acutes Glaucom auf einem Auge ausbrechen, welches vorher nur geringe Prodrome, Empfindlichkeit und zeitweise Scotome gezeigt hatte.

Es ist durch diese Beobachtungen zweifellos erwiesen, dass das Atropin in einem zu Glaucom prädisponirten Auge eine acute Druckvermehrung herbeizuführen vermag, und dass es im Glaucom schädlich wirkt.***) Auf welchem Wege kommt nun diese Drucksteigerung zu Stande? Zunächst ist zu berücksichtigen,

*) Arch. f. Augen- u. Ohrenh., III, 2, pag. 157.

**) Bayerisches ärztliches Intelligenzbl. 1875, No. 26.

***) Die Beobachtung von Spencer Watson (Ophth. Hosp. Rep., IV, p. 449) kann nicht als Gegenbeweis angeführt werden. Spencer Watson sah in einem Falle von subacutem Glaucom mit starker Trübung der Medien nach Einträufelung von Atropin eine vorübergehende Aufhellung, welche die ophthalmoskopische Untersuchung möglich machte. Der Fall ist sehr unvollständig mitgetheilt; von einer Verminderung des intraocularen Drucks ist nichts erwähnt, wohl aber wird angegeben, dass trotz der Aufhellung der Trübung S sich nicht gebessert hat.

dass durch den Act der Pupillen-Erweiterung die Iris blutleerer wird und hierdurch eine Hyperämie in dem Gebiete der Chorioidealgefässe entstehen muss, welche sich vielleicht sehr schnell ausgleichen kann, an deren Vorhandensein aber nicht zu zweifeln ist. Wenn die Iris bei der Mydriasis nicht einen erheblichen Theil ihres Blutgehalts an den Ciliarkörper und die Chorioidea abgäbe, so müsste sie — worauf schon Stellwag*) aufmerksam gemacht hat — dasselbe Volumen beibehalten, also in demselben Maasse dicker werden, wie sie sich verschmälert. Dies ist aber entschieden nicht der Fall. Ich habe eine grosse Zahl normaler Augen auf diesen Punkt vor und nach der Atropinisirung untersucht, und mich bei ihnen überzeugt, dass von einem Dickerwerden, des Pupillarrandes wenigstens, nicht die Rede ist. Wählt man zur Untersuchung Augen, deren Iris eine leicht erkennbare Zeichnung darbietet — z. B. eine sternförmige Figur in der Gegend der peripheren Grenze des Sphincters — so constatirt man leicht, dass die Verkleinerung der Vorderfläche sich gleichmässig auf den Pupillartheil und die peripherische Zone der Iris vertheilt; die sternförmige Figur ist während der Mydriasis dem Pupillarrande bedeutend genähert. Der Pupillartheil der Iris zeigt in vielen Fällen eine Veränderung der Richtung derart, dass seine vordere Fläche schief oder selbst senkrecht von vorn nach hinten gerichtet ist; ein vorher etwa wahrgenommener Pigmentsaum des Pupillarrandes ist dann bei der Betrachtung von vorn nicht mehr sichtbar oder wenigstens erheblich verschmälert. In anderen Fällen jedoch findet man den Pupillartheil auch nach erfolgter Mydriasis im Niveau der Iris verblieben, und in diesen Fällen kann man sich gut überzeugen, dass der Pupillarrand nicht merklich dicker geworden ist, als er war. An iridectomirten

*) Lehrbuch der Augenh. Wien 1870. p. 37.

Augen, welche man atropinisirt, lässt sich nun auch nachweisen, dass die peripheren Theile der Iris keine wesentliche Dickenzunahme erfahren; dieselbe müsste an den Rändern des Coloboms sichtbar werden, was aber nicht der Fall ist. — Einzelne Beobachter (wie Coccius) haben die Verkleinerung erweiterter Irisgefässe direct gesehen; allerdings handelte es sich dabei um nicht normale Augen.

Wir können demnach als sicher annehmen, dass die Iris im Zustande der Mydriasis viel weniger bluthaltig ist, als sonst, und dass, wenn nicht sofort ein vermehrter Abfluss aus den Chorioidealvenen erfolgt, eine Hyperämie im Bereiche der Aderhaut resp. des Ciliarkörpers entstehen muss. Es fragt sich nun, ob die directe Beobachtung Anhaltspunkte für die Annahme einer Chorioidealhyperämie liefert.

Schneller*) glaubt sich am atropinisirten Kaninchen-Auge von einer Erweiterung der Aderhautvenen bestimmt überzeugt zu haben; er giebt das Verhältniss der Gefässdurchmesser vor und nach der Pupillendilatation an = 9 : 10; doch ist die Methode, deren sich Schneller bediente, nicht hinreichend genau, um auf diese Zahlen einen grossen Werth legen zu können. Beim Menschen ist ein ähnliches Factum nicht constatirt worden; wie die Netzhautgefässe findet man auch die Chorioidealgefässe nach Einwirkung des Atropins anscheinend von demselben Durchmesser. In einem Falle ist es mir gelungen, eine Wirkung des Atropins auf eine Chorioidealvene zu constatiren, dieselbe ist aber jedenfalls nicht im Sinne einer Hyperämie zu deuten. Da der Fall auch sonst in ophthalmoskopischer Hinsicht, nämlich als Beispiel eines sichtbaren Chorioidealvenenpulses, bemerkenswerth ist, so wird seine etwas detaillirte Anführung gestattet sein.

---

*) Dieses Archiv III, 2, p. 154.

Fall I.

Pauline R., ein 26jähriges Mädchen, mit hellblonden Haaren und sehr heller Iris, welches am linken Auge an Strabismus convergens operirt worden war, litt auf diesem Auge an einer starken Amblyopie aus Nichtgebrauch. Der ophthalmoskopische Befund liess keine Abnormitäten des Hintergrundes erkennen. An einer Netzhautvene fand sich eine spontane Pulsation. Die äusserst schwache Pigmentirung der Chorioidea erlaubte die Chorioidealgefässe mit grosser Deutlichkeit zu erkennen. Nach unten sieht man im verticalen Meridian des Auges einen kleinen Vortex und, ca. 25° nach innen von diesem, einen grossen Vortex, in dem 6 starke, platte Venen zusammenfliessen. Pulsatorische Erscheinungen sind an ihnen zunächst nicht aufzufinden; drückt man jedoch durch das Oberlid mit dem Finger leise auf den Bulbus, so sieht man (im umgekehrten Bilde) das untere Gefäss an seiner Mündung in den Vortexstamm vollkommen collabiren und sich dann wieder füllen; das Spiel wiederholt sich rhythmisch mit dem Herzschlage, genau so, nur viel intensiver, wie wir es bei den Venen der Netzhaut zu sehen gewohnt sind. Nach Einwirkung von Atropin (½ Stunde nach der Einträufelung) ist diese durch den Fingerdruck hervorgerufene Pulsation noch deutlicher zu sehen als vorher, und wird auch an dem (i. u. B.) oberen Gefässe des Vortex (welches freilich vorher schwerer zu sehen war) wahrgenommen.*)

Es zeigte sich also, dass nach der Atropinisirung die Erzeugung des Chorioidealvenenpulses durch äusseren Druck wenigstens nicht erschwert war. Welchen

---

*) Noch ein zweites Mal habe ich Gelegenheit gehabt, die Entleerung eines Chorioidealgefässes durch Fingerdruck zu beobachten. In einem Falle von hochgradiger Myopie mit einem erheblichen Staphyloma posticum zeigte sich in der Nähe der Papille auf dem weissen Grunde des Staphyloms eine horizontal verlaufende breite Chorioidealvene, die sich am Rande des Staphyloms unter dem Pigment-Epithel verlor. Drückte man leise mit dem Finger auf das Auge, so sah man die Vene blutleer werden und bleiben, bis der Druck aufhörte. Zuweilen bemerkte man auch eine Andeutung von Puls, doch nicht constant.

Schluss dürfen wir aus dieser Thatsache hinsichtlich der intraocularen und intravascularen Druckverhältnisse ziehen? Keinesfalls den, dass der Druck im Innern der Chorioidealvenen stärker geworden ist, also dass eine Hyperämie derselben vorlag. Denn wenn sich die Dinge bei den Venen der Chorioidea analog verhalten, wie bei den Venen der Netzhaut, so müssen wir annehmen, dass die Hyperämie das Zustandekommen des Venenpulses erschwert. In der That habe ich mich oft davon überzeugt, dass bei ausgesprochener Hyperämie der Retinalvenen, bei Verbreiterung und Schlängelung derselben, ein spontaner Venenpuls in der Regel nicht vorhanden ist, ja auch nicht durch den Fingerdruck hervorgerufen werden kann. In den höchsten Graden der Ueberfüllung der Netzhautvenen, wie wir sie z. B. in den Fällen von Stauungspapille vorfinden, bewirkt der Fingerdruck nicht einmal eine vorübergehende Entleerung des Hauptvenenstamms; der intravenöse Druck ist eben so stark, dass er selbst dem künstlich gesteigerten intraocularen Drucke das Gleichgewicht zu halten im Stande ist. Dagegen sieht man den Venenpuls schön, entweder spontan oder durch äusseren Druck hervorgerufen, in Fällen, in denen die intravenöse Spannung entschieden als abnorm gering betrachtet werden muss, so in Fällen von Embolie der Netzhaut-Arterie und bei Atrophie des Sehnerven mit starker Verdünnung der Arterien, während die Venen noch ein gewisses Caliber beibehalten haben. Es kann demnach das Verhalten der Venenstämme dem Fingerdruck gegenüber zuweilen einen werthvollen Aufschluss über den Füllungszustand im Venensystem geben und zu diagnostischen Zwecken verwerthet werden.

Die Sache liegt demnach so, dass die durch die Blutleere der Iris postulirte Hyperämie der Chorioidealvenen selbst unmittelbar nach Eintritt der Mydriasis

nicht nachgewiesen werden kann. Welch anderer Schluss muss hieraus gezogen werden, wenn nicht der, dass die Hyperämie der Chorioidea äusserst rasch vorübergeht, mit anderen Worten, dass das aus der Iris zurückströmende Blut sofort wieder aus dem Auge abgeführt wird. Wir müssen demnach annehmen, worauf uns auch andere Erscheinungen hinweisen, dass im normalen Auge regulatorische Einrichtungen vorhanden sind, welche den Blutgehalt des Aderhauttractus auf einer gewissen mittleren Höhe erhalten, womit auch zusammenhängt, dass der intraoculare Druck im normalen Auge nur innerhalb enger Grenzen schwankt. Nicht so im glaucomatösen oder zum Glaucom prädisponirten Auge. Mehr und mehr gewinnt die Annahme, dass es sich im Glaucom um eine Behinderung des Abflusses der Augenflüssigkeiten (Blut und Lymphe) handelt, an Wahrscheinlichkeit, sei es, dass dieselbe durch pathologische Verwachsungen in der Peripherie der vorderen Kammer (Knies und Weber) oder durch Compression der grossen Chorioidealvenen bei ihrem Durchtritt durch die Sclera bedingt wird. Hier ist also die compensirende Mehrableitung nicht möglich, und es wird dadurch die vermehrte Transsudation in den Glaskörperraum erklärlich.

Wir würden aber irren, wenn wir bei der Frage der Entstehung des Glaucoms durch Atropin nur die mechanische Hyperämie der Chorioidealvenen berücksichtigen wollten. Es kommt nämlich die Druckvermehrung auch zu Stande, wenn die Pupille durch eine circuläre Synechie fixirt ist, eine Mydriasis also nicht eintreten kann. In diesen Fällen mag vielleicht eine paralysirende Wirkung des Atropins auf die Gefässwand, welche Wegner nachzuweisen versucht hat, eine Rolle spielen. Die oben angeführten Beispiele zeigen, dass der glaucomatöse Anfall bald sehr früh, schon eine Stunde

nach der Einträufelung (H. Derby), bald ziemlich spät, nach 30 Stunden (Hirschberg) eingetreten ist. Diese Verschiedenheit kann darauf beruhen, dass in einem Falle die mechanische Hyperämie, in dem anderen die Paralyse der Gefässwände und dadurch bedingte vermehrte Filtration mehr in den Vordergrund tritt.

Fassen wir zusammen, was über die Atropinwirkung bezüglich des intraocularen Druckes bekannt ist, so ergiebt sich, dass nur der druckerhöhende Effect im glaucomatösen Auge über allen Zweifel erhaben ist. Die druckvermindernde Wirkung im normalen Auge scheint mir sehr problematisch zu sein; denn so lange die tonometrischen Methoden nicht vollkommener sind, als jetzt, ist es geboten, die auf denselben beruhenden Beobachtungen mit grosser Vorsicht zu beurtheilen. Ich habe mich wenigstens niemals von einer Spannungsverminderung an Augen überzeugen können, welche mehrere Wochen hindurch wegen Accommodationskrampf oder behufs Herabsetzung der Refraction mit energischen Atropindosen behandelt wurden, dagegen schien mir das Atropin in Fällen von starker Hypotonie eine entschiedene Vermehrung der Bulbusspannung hervorzubringen, und ich finde, dass sich die oben angeführten Thatsachen besser erklären lassen, wenn wir annehmen, dass das Atropin ein den intraocularen Druck erhöhendes Mittel ist, dass diese Wirkung aber nicht in die Erscheinung tritt, so lange die die Circulation regulirenden Einrichtungen gut functioniren.

Was nun das wirksame Princip der Calabarbohne betrifft, so hat man demselben im Allgemeinen (jedoch nicht so entschieden wie beim Atropin) eine druckerhöhende Wirkung zugeschrieben. Man war geneigt, dies anzunehmen, weil es natürlich schien, dass eine Substanz, welche die Binnenmuskeln des Auges in heftige

tetanische Contraction versetzte, den ganzen Bulbus stärker spannte. Dazu kam, dass die Kranken nach Anwendung des bisher üblichen Calabar-Extracts in der Regel ein starkes Spannungsgefühl im Auge angaben. Adamük will nach localer Application eine leichte Steigerung des Augendrucks direct beobachtet haben, was von v. Hippel und Grünhagen allerdings in Abrede gestellt wird.

Im Glaucom ist das Calabar-Extract in einzelnen Fällen von v. Graefe in der Absicht angewendet worden, durch die myotische Wirkung desselben die bekanntlich oft sehr schwierige Technik der Iridectomie zu erleichtern. Er giebt an,*) dass es bei Glaucoma simplex eine gute, beim entzündlichen Glaucom eine mittlere Pupillenverengerung bewirke.

Zunächst in derselben Absicht, sodann weil ich vermuthete, dass es sich im Glaucom auch nach einer anderen Richtung hin nützlich erweisen könnte, habe ich das Physostigmin zu Anfang März vorigen Jahres zum ersten Male in folgendem Falle therapeutisch verwendet.

Fall II.

Eine 45jährige Frau stellte sich Anfangs März 1876 in der hiesigen Augenklinik mit einem beiderseitigen entzündlichen Glaucom vor, welches auf dem rechten Auge seit 6 Wochen, auf dem linken seit 3 Monaten bestand. Die Spannung war rechts = T + 2, links = T + 3; das Sehvermögen reducirt auf Fingerzählen in einigen Fuss, das Gesichtsfeld hochgradig beschränkt; die Pupillen sehr weit, vordere Kammer äusserst eng. Es sollte die Iridectomie beiderseits ausgeführt werden; um dieselbe weniger schwierig zu machen, träufelte ich am 5. März einen Tropfen einer ½procentigen Physostigminlösung ins linke Auge. Nach 15 Minuten hat die Injection der Ciliargefässe etwas zugenommen, doch sind die Schmerzen nicht stärker geworden als vorher. Die

---

*) Dieses Archiv, IX, 3, p. 126.

Pupille hat sich nach 20 Minuten von 6 Mm. Durchmesser auf 5 Mm., nach 30 Minuten auf 4½ Mm. verengert. Was die Spannung betraf, so fiel mir auf, dass dieselbe, welche vorher entschieden höher war, als die des rechten Auges, nunmehr eher geringer war als diese. Auch zeigte sich eine leichte Zunahme der Tiefe der vorderen Kammer.

Am rechten Auge wurde nun ebenfalls Physostigmin eingeträufelt. Der Effect auf die Pupille war weniger deutlich, doch war auch hier eine geringe Verengerung nicht zu verkennen; die Spannung war nach einmaliger Einträufelung nicht verändert. — Am folgenden Tage wird die Einträufelung wiederholt, und es zeigt sich neben einer geringen Verengerung der Pupille die vordere Kammer etwas tiefer als vorher. — Eine vor der Physostigmin-Application constatirte Pulsation der Netzhaut-Arterien wurde auch nachher wahrgenommen. An beiden Augen wurde die Iridectomie mit dem Schmalmesser ohne grosse Schwierigkeit und mit dem besten Erfolge ausgeführt. — Nach 15 Monaten hatte sich der Effect gut erhalten.

Durch diese Erfahrung ermuthigt, nahm ich Veranlassung, das Präparat in folgendem Falle von Secundärglaucom in Folge von Linsenluxation zu versuchen, in welchem die druckvermindernde Wirkung auf das deutlichste hervortrat und sich bis jetzt, nach 15 Monaten, vollständig erhalten hat.

Fall III.

Frau Catharine R., 65 Jahre alt, verletzte sich Ende Februar 1876 beim Holzspalten am linken Auge. Zehn Tage später, am 7. März, constatirte man eine starke Injection der Conjunctiva, eine spontane Erweiterung der Pupille und eine Spannungsvermehrung = T + 1. Die Hornhaut war nur unbedeutend diffus getrübt, die Iris zeigt nach innen ein deutliches Schlottern. Dasselbe rührt von einer partiellen Luxation der Linse her, die sich bei jeder Innenwendung des Auges, wie eine Thür um ihre Angel, um ihren inneren unteren Rand bewegt. In manchen Stellungen des Auges zeigt sich die Linse in ihrer richtigen Lage, während in anderen die Pupille aphakisch erscheint. Der Hintergrund ist normal; eine Excavation nicht vorhanden. S = Finger 3'. Die Patientin

wird in die Klinik aufgenommen und mit Physostigmin-Einträufelungen behandelt, welche mehrere Wochen hindurch fortgesetzt und gut vertragen werden. Nach wenigen Tagen schon zeigt sich die Pupille gut verengert, die Iridodonesis verringert, die Spannung herabgesetzt. S nach 14 Tagen = Finger 10'. — Das Physostigmin wird 6 Tage lang fortgelassen; darnach neue Steigerung des intraocularen Drucks, welche einer erneuten methodischen Einträufelung weicht. Am 25. Tage der Behandlung ist das Auge reizlos, die Spannung nur wenig über der Norm, das S bedeutend gebessert $= \frac{2}{5}$. — Die Patientin wird nun entlassen und in Beobachtung behalten. Im Juli dieses Jahres, 16 Monate nach Beginn der Physostigminbehandlung, war der günstige Status noch intact vorhanden; die Linsenluxation unverändert, die Linse selbst ein wenig mehr getrübt, aber immer noch so durchsichtig, dass man den Hintergrund durch sie erkennen kann; T vollkommen normal. S bei der aphakischen Stellung der Linse mit $+ 13 D = \frac{2}{3}$. Das Auge zeigte auch hinsichtlich der Tiefe der vorderen Kammer und der Pupillenweite keinerlei Abnormität.

In einem zweiten Falle von Linsenluxation und consecutivem Glaucom wurde allerdings ein weniger günstiges Resultat erzielt. Die sehr empfindliche Patientin bekam nach den Einträufelungen starke neuralgische Schmerzen, so dass am 2. Tage schon das Präparat ausgesetzt werden musste. — Es wurde versucht, durch den Gebrauch von Chinin und Morphin und durch wiederholte Paracentesen der vorderen Kammer den glaucomatösen Ciliarneurosen Widerstand zu leisten; der Verfall des Sehvermögens konnte aber nicht verhütet werden.

Wie mich meine späteren Erfahrungen gelehrt haben, hätte ich nicht so früh das Mittel bei Seite setzen sollen; denn wiederholt habe ich gefunden, dass nach anfänglichen Schmerzen, welche dem Beginn der Physostigminwirkung entsprechen, das Mittel später oft sehr gut vertragen wird.

Im Glaucoma simplex bot sich Gelegenheit, das Mittel in mehr als 10 Fällen zur Anwendung zu ziehen, welche fast sämmtlich bereits sehr weit vorgeschrittene Glaucome betrafen. Die Wirkung war nicht in allen Fällen die gleiche. Die Druckherabsetzung war zwar constant und liess sich spätestens am 3. oder 4. Tage der Anwendung nachweisen, sie war aber meistens sehr flüchtig, oft so, dass schon nach 24 Stunden der am Tage vorher erreichte Effect wieder verloren gegangen war. In anderen Fällen war die Druckverminderung mehr dauernd; hier konnte eine cumulirende Wirkung erreicht und zuweilen eine Entspannung bis unter die Norm eine längere Zeit unterhalten werden. Besserungen des Sehvermögens sind beim Glaucoma simplex im Allgemeinen nicht zu erwarten, wohl aber wurde mehrere Male eine Erweiterung des Gesichtsfeldes beobachtet. — Wie bekannt, verhalten sich die Fälle von Glaucoma simplex bezüglich der Spannungsvermehrung sehr verschieden; es giebt Formen, bei denen die Druckvermehrung kaum nachweislich ist, dagegen eine tiefe charakteristische Excavation besteht, andere, bei welchen die Spannung bedeutend erhöht ist, aber die Excavation nicht sehr ausgesprochen zu sein braucht. Bei den ersten finden wir oft eine völlig normale und gut bewegliche Pupille, während bei der zweiten Kategorie eine leichte Dilatation vorzuherrschen pflegt. – Es schien mir nun, wie wenn das Physostigmin sich bei der zweiten Form nützlicher erwiese, als bei der ersten; es verhält sich demnach ähnlich wie die Iridectomie, welche erfahrungsgemäss gerade gegenüber dem Glaucoma simplex mit geringer Druckvermehrung ziemlich machtlos ist. Jedoch sind meine Erfahrungen hierüber nicht zahlreich genug und betreffen insbesondere nicht hinreichend frische Fälle, als dass ich über den Werth des Physostigmin im Glaucoma simplex ein end-

gültiges Urtheil abgeben könnte. — Doch will ich nicht unterlassen, einen Fall zu erwähnen, der einen 63jährigen Mann betraf, bei dem durch eine vierwöchentliche Behandlung das Sehvermögen von Finger 1′ auf Finger 8′ gehoben und seit 16 Monaten auf diesem Stande erhalten worden ist.

Sehr günstig wirkte das Mittel in den drei Fällen von Glaucomrecidiven iridectomirter Augen, welche ich beobachten konnte. Es sind das meistens leichte subacute Anfälle, welche sich weniger durch Schmerzen, als durch Druckvermehrung, Hornhauttrübung und Nebelsehen verrathen und die Patienten, welche oft viele Jahre hindurch keine glaucomatösen Symptome bemerkt hatten, sehr beunruhigen. Hier wirkt das Physostigmin prompt und sicher; nach wenigen Tagen sind alle Störungen beseitigt, und wenn ich nach der Erfahrung einiger Monate urtheilen darf, jedenfalls für längere Zeit. Die Heilwirkung äusserte sich auch sehr prompt in einem Falle, in welchem die Iridectomie vor 11 Jahren nicht ganz correct ausgeführt worden war und in einer Wundecke ein Irisprolapsus sich befand. — Ich hoffe demnach, dass sich die zweiten Iridectomien beim Glaucom werden umgehen lassen.

Von besonderem Interesse und von nicht geringer praktischer Bedeutung ist es, die Wirkung des Präparates in den acuten Formen des Glaucoms festzustellen. Ich besitze darüber die Erfahrung von 4 Fällen, welche sämmtlich erst in den letzten Monaten zu meiner Beobachtung gelangt sind, und die ich der Wichtigkeit der Sache wegen etwas ausführlich mittheile. Drei von ihnen sind reine acute Glaucome, während der vierte ein wahrscheinlich durch Atropin hervorgerufenes acutes Secundärglaucom darstellt. Es ist nämlich der folgende:

Fall IV.

Der 8jährige Knabe M. verletzte sich am 13. Februar d. J. mit einem Messer am rechten Auge. Man constatirte am 18. Februar, dem Tage seines Eintritts in die Klinik, ausser einer die Dicke des Oberlids durchsetzenden Wunde eine senkrecht von oben nach unten, 2—3 Mm. vom inneren Hornhautrande entfernt verlaufende, an 10 Mm. lange, Wunde der Sclera, welche noch nicht ganz geschlossen war; denn in den unteren zwei Dritteln findet sich eine schwarze Masse, wahrscheinlich das Corpus ciliare, mit einem durchsichtigen Gewebe überzogen und etwas prominent. Oberhalb und unterhalb der Wunde zeigen sich ausgedehnte Blutergüsse unter der Conjunctiva. Die Hornhaut war durchaus klar, die Vorderkammer ausserordentlich tief, die Iris gelblich-grün verfärbt (während die andere blaugrau ist), die Pupille schief oval, unregelmässig erweitert. Ausserdem schlottert die Iris zuweilen. Hintergrund noch sichtbar, starke Hyperämie der Netzhautvenen, dicke Glaskörpertrübungen nach aussen-unten. Sehvermögen = Finger 5'. Spannung hochgradig vermindert (T — 2). — Behandlung: Ruhige Bettlage und Druckverband.

Nach drei Tagen ist der Zustand besser: Vordere Kammer weniger tief, Pupille kreisrund. S Finger 10'. Es wird ein Tropfen Atropin eingeträufelt. Die Pupille erweitert sich allseitig, ausser nach aussen-unten.

Zwei Tage später findet sich ein heftiges acutes Glaucom: Hornhaut sehr trübe. T + 2, starke Stirnschmerzen. Behandlung: 3 Tropfen Physostigmin. — Die Schmerzen dauern den Nachmittag hindurch an; Abends erfolgt mehrfaches Erbrechen, Puls auf 70 reducirt, aber nicht auffallend klein, starke Abgeschlagenheit. Dieser Zustand dauert bis spät Abends; dann guter Schlaf. — Am folgenden Tage entschiedene Besserung: Pupille gut verengt. S = Finger 6'.

Am 26. Februar, drei Tage nach dem glaucomatösen Anfall, ist die Spannung bereits völlig normal, die Hornhaut klar. S = Finger 10'. Der Ciliarkörper hat sich aus der Wunde zurückgezogen. — Am 6. März, dem Tage der Entlassung, ist die Iris von normaler Farbe, T etwas unter der Norm, die Pupille von guter Reaction; die Glaskörpertrübung und Hyperämie der Netzhaut noch nachweislich. $S = \frac{2}{7}$. Von

der Wunde ist nur noch eine feine senkrechte Narbe zu erkennen — Brieflichen Mittheilungen zufolge hatte sich dieser günstige Zustand im Monat Juni noch erhalten.

In diesem, wahrscheinlich durch die Atropin-Einträufelung hervorgerufenen Falle von acutem Glaucom hatte also eine einzige Application von Physostigmin (3 Tropfen innerhalb einer Stunde) hingereicht, um alle durch die künstliche Druckvermehrung erzeugten Symptome rückgängig zu machen. Allerdings ist die Beobachtung noch einer anderen Deutung fähig; es handelte sich nämlich gleichzeitig um eine Einklemmung des Ciliarkörpers in eine Scleralwunde; man wird derselben aber bei der Entstehung des Glaucoms keine zu grosse Bedeutung beimessen können, da dieselbe 8 Tage bestand, ohne eine Druck-Erhöhung zu induciren. — Bemerkenswerth sind überdies die der Physostigmin-Einträufelung folgenden Allgemein-Erscheinungen (Verlangsamung des Pulses, Erbrechen und Abgeschlagenheit), welche wohl als Intoxicationsphänomene bei diesem äusserst zarten und schwächlichen Kinde anzusehen sind; es sind übrigens die einzigen, welche ich jemals den Physostigmin-Einträufelungen habe folgen sehen.

Die folgenden drei Fälle betreffen typische acute Glaucome.

Fall V.

Barbara K., eine 41jährige Frau, deren rechtes Auge (Hp 1,75) immer gesund gewesen war, und die auf dem linken Auge in den letzten Jahren oft an Regenbogen- und Nebelsehen gelitten hatte, wurde am 11. Juni d. J. von acutem Glaucom des linken Auges befallen. Am folgenden Morgen stellte sie sich in der Augenklinik mit den exquisiten Symptomen eines acuten Anfalls vor: die Hornhaut trübe, die Pupille weit und starr, starke Injection. S völlig aufgehoben. Patientin hat eine qualvolle Nacht zugebracht. Im Laufe des Vormittags liess die Intensität des Anfalls nach und Patientin fing an, wieder Finger zu erkennen. — Es werden 2 Tropfen

Physostigmin eingeträufelt. Eine halbe Stunde nachher steigerten sich die Neuralgien etwas, liessen aber bald nach und erlaubten der Patientin zu schlafen. Am folgenden Morgen (den 13. Juni) findet sich die Hornhaut klar; der Hintergrund ist sichtbar; keine Excavation; Venenpuls, auf Fingerdruck auch deutlicher Arterienpuls. T noch + 2. S = Finger 7'. Es werden innerhalb einer Stunde drei Tropfen Physostigmin instillirt. Die Pupille wird enger; die Neuralgien auch heute nach der Einträufelung für kurze Zeit etwas stärker. — In der folgenden Nacht guter Schlaf. — Am 14. Juni Morgens ist die Pupille wieder etwas weiter geworden, Hornhaut ein wenig trüber als gestern. S = Finger 8'. Patientin sieht deutliche Regenbogenringe um die Flamme. T + 1. Arterien- und Venenpuls wie gestern. — 3 Tropfen Physostigmin innerhalb einer Stunde. Dieses Mal ist die Wirkung augenfällig; Pupille auf 2½ Mm. verkleinert, T ist normal, das Farbensehen ist verschwunden, S, das vor einer Stunde noch = Finger 8' war, ist jetzt = $\frac{2}{5}$. — Am 15. zeigt sich das Auge entzündungsfrei, S = $\frac{2}{5}$ (+ 10) No. 3 Jäger. Gesichtsfeld frei. Pupille ist auf 4 Mm. zurückgegangen. Keine Schmerzen, kein Nebel- und Farbensehen mehr. — Am 16. Juni ist S = $\frac{1}{2}$, alle subjectiven Beschwerden vorüber. — Vom 17. bis zum 19. Juni wird das Physostigmin fortgelassen. Am 20. wird die Pupille etwas grösser, auch T nimmt wieder etwas zu. Nach 3tägigem Physostigmingebrauch von 4 Tropfen täglich ist dieses leichte Recidiv wieder beseitigt. — Die Patientin wird zur Beobachtung noch 14 Tage im Hospital behalten. Am 27. Nachmittags trat wieder ein leichtes Nebelsehen ohne Schmerzen auf, das am folgenden Tage nach 4 Tropfen Physostigmin völlig verschwunden war. Am 3. Juli wird Patientin mit einem völlig entspannten Auge und S = $\frac{1}{2}$ (ein alter kleiner Hornhautfleck hat von jeher die Sehschärfe dieses Auges etwas herabgesetzt) entlassen. 18 Tage später (den 21. Juli) war der Zustand noch ebenso befriedigend. Eine geringe Pupillen-Erweiterung von ca. 4 Mm., während das andere Auge eine mittlere Weite von 3 Mm. zeigt, ist das einzige Zeichen des überstandenen Glaucoms.

Fall VI.

Der 56jährige Herr D. aus Barr hat sein linkes Auge durch acutes Glaucom vor zwei Jahren verloren. Bei einer im December 1876 vorgenommenen Untersuchung fand sich die Pupille mittelweit, die vordere Kammer flach, die Hornhaut rauchig getrübt, T + 2; die Papille tief und allseitig excavirt. Der Haupt-Arterienstamm zeigt auf der Papille eine deutliche Pulsation, welche durch leichten Fingerdruck verstärkt wird. An den Venen ist keine Pulsation sichtbar; der Venenstamm lässt sich durch Fingerdruck nicht comprimiren. Auf dem inneren unteren Theil der Papille findet sich ein stark gewundener Gefässcomplex (Rete mirabile). — Das Auge ist stark hypermetropisch, das Sehvermögen völlig aufgehoben. Am 24. Juni d. J. brach auf dem rechten Auge ein subacutes Glaucom aus. Am 25. Morgens fand man die Pupille dieses Auges 4 Mm. weit, die Hornhaut diffus getrübt, die vordere Kammer etwas abgeflacht. Patient sieht einen dichten Nebel und im Dunkeln um die Flamme Regenbogenringe. S auf $\frac{1}{5}$ reducirt. — 4 Tropfen Physostigmin, die gut vertragen werden. — Am 26. Morgens bedeutende Besserung; Hornhaut klar, Pupille verengt, aber unregelmässig. $S = \frac{1}{2}$. T normal. Injection wie gestern, nach unten-aussen eine leichte Chemosis. — Am folgenden Tage Chemosis verschwunden; Besserung nach allen Richtungen. Unter fortdauerndem Gebrauch von 4 Tropfen Physostigmin wurde der Bulbus so entspannt, dass die Tension unter die Norm sank. — Dieser völlig befriedigende Zustand hielt bis zum 2. Juli an; an diesem Tage trat (vielleicht weil dem Patienten durch Unvorsichtigkeit eine minime Quantität Atropin ins Auge gekommen war) ein leichtes Recidiv ein, welches sich am folgenden Tage zu einem mässig intensiven Anfalle steigerte. Derselbe wich aufs Neue, aber langsamer als das erste Mal, den fortgesetzten Physostigmin-Einträufelungen; ein gewisser leichter Reizzustand mit zeitweiligem Nebelsehen blieb noch nahe an 3 Wochen zurück. — Am 22. Juli konnte Patient mit entspanntem, reizlosem Auge und nicht geschädigter Sehschärfe entlassen werden. — Am 31. Juli ist die Sehschärfe genau so, wie vor dem ersten Anfall.

VII. Fall.

Die 79jährige Frau B. aus Sittersheim erkrankte im October 1876 an subacutem Glaucom des linken Auges, an welchem sie nie Prodromal-Erscheinungen gehabt hatte. Die ihr vorgeschlagene Iridectomie wurde refusirt und das Auge ging innerhalb einiger Monate zu Grunde.

Am 20. Juli d. J. bemerkte sie des Abends zum ersten Male Regenbogenfarben um die Lichtflamme, und am nächsten Morgen brach auf dem rechten Auge ein acutes Glaucom von mässiger Intensität aus. — Am 25. Juli, dem Tage, an welchem sie sich mir vorstellte, fand ich die Pupille weit, senkrecht oval, die Hornhaut sehr trüb, mit einzelnen grauen Streifen durchsetzt, T bedeutend erhöht, erhebliche Ciliar-Injection. S = Finger 8—9′ (+ 5) No. 19 Jäger Worte. — Patientin erhält 6 Tropfen Physostigmin. — Am folgenden Tage ist die Pupille etwas verengt, die Hornhaut klarer, die Spannung geringer; Schmerzen unbedeutend. Am nächsten Tage, den 27. Juli, ist das Auge völlig entspannt. Injection geringer. — S bedeutend besser. — Unter fortdauernder Anwendung des Physostigmin ist am 30. Juli (nach 5 Tagen) S auf $\frac{1}{4}$ gehoben. Patientin liest feine Schrift; alle Beschwerden sind geschwunden.

In einem anderen Falle, welcher eine 70jährige Frau betraf, welche rechterseits an einem chronisch-entzündlichen Glaucom mit acuten Schüben litt, liess sich ebenfalls eine palliative günstige Wirkung nachweisen; doch war dieselbe nicht hinreichend, um eine gute Entspannung herbeizuführen und die Schmerzen zu beseitigen; es wurde daher die Iridectomie gemacht.

Wir sehen demnach, dass in den acuten Anfällen das Physostigmin eine unverkennbare, günstige Einwirkung ausübt, und dass in den obigen vier Fällen nach zweitägiger Anwendung die Heftigkeit des acuten Insultes gebrochen war. Allerdings ist unter den angeführten Fällen keiner, bei dem sich das Glaucom in der acutesten Form mit starker Chemosis und Lidschwellung, steinerner Bulbushärte und völlig aufgehobener vorderer Kammer gezeigt hätte. Ob auch bei dieser Form das

Physostigmin eine Entspannung herbeiführen kann, müssen erst weitere Beobachtungen lehren; der Analogie nach ist es sehr wahrscheinlich; nur werden möglicherweise höhere Dosen erforderlich sein.

Die Frage nach der Dauer der Wirkung ist in diesen Fällen von secundärer Bedeutung; denn das Physostigmin soll im acuten Glaucom keineswegs die Iridectomie ersetzen; es soll vielmehr derselben günstigere Bedingungen schaffen, indem es ihre Ausführung erleichtert. Kein Practiker wird leugnen, dass die correcte Technik der Iridectomie unendlich leichter zu erzielen ist, wenn sie an einem injectionslosen, mehr oder weniger entspannten Auge mit mässig weiter Pupille und nachweisbarer vorderer Kammer vorgenommen wird, als wenn sie an einem Auge mit chemotischer und erweichter Conjunctiva, schmaler Iris und aufgehobener Vorderkammer ausgeführt werden muss. Die Schwierigkeiten sind zuweilen so gross, dass Arlt*) in seiner klassischen Operationslehre den Rath giebt, wenn das Sehvermögen nicht zu rapid sinkt, mit der Operation zu warten, bis die mechanischen Hindernisse vorüber sind. Auch v. Graefe machte in seiner letzten grossen Arbeit**) über Glaucom darauf aufmerksam, dass bei ganz acuten Formen die Operateure sich meist vor der Anlegung strict peripherer Wunden fürchten und die Excision der Iris bis zur Peripherie opfern. — In dem Physostigmin besitzen wir nun, wie es scheint, ein Mittel, diese grossen Schwierigkeiten zu umgehen. Ein zweitägiges Zuwarten wird in den meisten Fällen die Chancen der Operation nicht verringern, wohl aber wird es für das Gelingen der Iridectomie sehr werthvoll sein, sie an einem wenigstens theilweise ent-

*) v. Graefe und Saemisch, Handbuch III, 2, p. 356.
**) Dieses Archiv, XV, 3, p. 250.

spannten Auge auszuführen. Es ist auch in hohem Grade wahrscheinlich, obwohl ich darüber keine Erfahrungen besitze, dass die Netzhautblutungen, welche der Iridectomie im acuten Glaucom so oft folgen, und deren Entstehung man allgemein der plötzlichen Druckverminderung zuschreibt, alsdann nicht mehr vorkommen werden.

Nach einer anderen Richtung noch scheint mir das Präparat von Werth zu sein. Noch gehen bekanntlich viele Augen durch acutes Glaucom zu Grunde, die durch eine rechtzeitige Operation hätten gerettet werden können; besonders in England wird in dieser Beziehung ausserordentlich geklagt. Die Aerzte und Patienten verlieren mit unnützen Heilversuchen eine kostbare Zeit, die Kranken können sich während der Schmerz-Anfälle zu den oft nothwendigen Reisen nicht entschliessen. Könnten wir nun den Aerzten ein Mittel in die Hand geben, den acuten Anfall ohne Schädigung des Sehvermögens vorüberzuführen oder wenigstens zu mässigen, so würde, meine ich, hiermit etwas Wesentliches gewonnen sein.

Ueber den Einfluss des Mittels auf andere Glaucomformen habe ich keine Erfahrung. Ein einziges Mal habe ich es bei hämorrhagischem Glaucom angewendet, musste aber nach den ersten Einträufelungen der starken Schmerzen wegen vom weiteren Gebrauch abstehen. — Bei den secundären Glaucomen in Folge von Hornhautnarben und von circulärer hinterer Synechie habe ich den Gebrauch consequent vermieden; es ist mir sehr wahrscheinlich, dass es in diesen Fällen durch die nothwendig eintretende Zerrung der Iris nachtheilig wirken wird; zudem ist für diese Fälle die Iridectomie ein so vortreffliches und immer anwendbares Mittel, dass wir weder eines Ersatzes noch einer Vorbereitung für dieselbe bedürfen.

Das Präparat, dessen ich mich ausschliesslich bedient habe, ist das Duquesnel'sche Physostigmin*) in einer Lösung von 1 Centigramm auf 2,5 Gramm Wasser. Das Alcaloid stellt eine krümliche, colophoniumartige Masse dar, welche leicht Wasser anzieht und daher trocken aufbewahrt werden muss. Die 0,4proc. Lösung ist im frischen Zustande fast vollkommen wasserhell, ohne alle röthliche Färbung. Im Dunkeln aufbewahrt, bleibt sie drei bis fünf Tage wasserklar, dann fängt sie an sich röthlich zu färben und wird nach ca. 8 Tagen vollkommen weinroth. Ihre myotischen und hypotonischen Eigenschaften büsst sie bei dieser Färbung zwar nicht ein, doch ist es jedenfalls sicherer, sich nur der wasserhellen Lösung zu bedienen.

Ein Tropfen derselben in den Conjunctivalsack gebracht, bringt kaum eine andere Empfindung hervor, als die eines Tropfens kalten Wassers. Manche Individuen geben zwar an, ein leichtes Brennen zu fühlen, doch dauert dasselbe höchstens einige Minuten an. Nach 10—20 Minuten beginnt die myotische Wirkung, und diese ist bei einzelnen Personen mit einem ziehenden oder spannenden Gefühl im Auge und in der Stirn verbunden. Zu wirklichen Schmerzen steigert sich dasselbe aber nur bei sehr empfindlichen Kranken, besonders bei solchen, welche zu Migränen geneigt sind. Bei diesen können die Schmerzen nach wiederholter Einträufelung mehrere Stunden, bis zu einem halben Tage anhalten. Am anderen Morgen sind sie stets vorüber. Beim acuten Glaucom werden die Schmerzen in der Regel nicht gesteigert. Von Zeichen einer starken Hyperämie des Ciliarkörpers oder von Blutungen aus den Gefässen desselben, welche A. Weber nach der Anwendung des

*) Unter dem Namen Sulfate neutre d'Eserine zu beziehen von Pharmacie Vée, Faubourg St. Denis 42, Paris.

Physostigmin befürchtet (Dieses Archiv, XXII, 4, p. 227), habe ich nie Etwas finden können. — Eine nennenswerthe Injection tritt nicht ein, wohl aber beobachtet man zuweilen schon früh ein bereits von anderen Beobachtern constatirtes fibrilläres Zucken des Orbicularis. — Von Allgemein-Erscheinungen war bei der üblichen Dosis von 4—6 Tropfen pro die, ausser in dem Falle IV, niemals Etwas zu bemerken. Erwähnenswerth ist noch, dass bei den Glaucomatösen höheren Lebensalters keine nennenswerthe Refractions-Aenderung nachgewiesen werden konnte.

Im normalen menschlichen Auge setzt das Physostigmin den Druck nicht merklich herab. Auch im Kaninchen-Auge, in welchem es nur eine unvollständige Myosis bewirkt, ist selbst nach starken Dosen kein Einfluss auf die intraoculare Spannung nachweislich. Es erklärt sich dies aus demselben Grunde, weshalb im normalen Auge auch das Atropin keinen merklichen Einfluss auf die Spannung des Bulbus äussert; bei normaler Functionirung der den Druck regulirenden Apparate wird jede Differenz sofort ausgeglichen. Ich habe versucht, in einzelnen geeigneten Fällen an nicht glaucomatösen Augen den eventuellen Einfluss der Physostigmin-Einträufelung auf die Pulsations-Erscheinungen der Netzhautgefässe zu untersuchen, bin aber zu einem positiven Resultate nicht gekommen, weil die hochgradige Myosis die Beobachtung im aufrechten Bilde nahezu unmöglich macht.*)

Wie ist nun die druckvermindernde Wirkung des Physostigmins im Glaucom zu erklären? Zunächst ist zu bemerken, dass wir der Verkleinerung der Pupille und der damit gegebenen Volumszunahme und stärkeren

---

*) Siehe meine Mittheilung in Zehender's Klin. Monatsschr., Jahrg. 1877, p. 233.

Blutfülle der Iris bezüglich der Druckherabsetzung nur eine sehr untergeordnete Bedeutung beimessen dürfen. Es tritt nämlich bei den acuten Formen des Glaucoms die Druckverminderung zu einer Zeit ein, in welcher die Pupille eine kaum merkliche Verkleinerung erfahren hat und kann schon vollständig sein, während die Pupille noch ansehnlich erweitert ist. Zu einer Myosis ad maximum kommt es überhaupt nicht, so lange noch eine pathologische Injection besteht. Der Umstand, dass die Druckherabsetzung auch an iridectomirten Augen (bei denen die Volumsdifferenz der Iris vor und nach der Einwirkung des Präparates noch geringer ist, als gewöhnlich) zu Stande kommt, beweist ebenfalls, dass sie nicht von der Myosis allein abhängen kann. — Die Pupillenverengerung kann jedoch auch, wenn sie nur gering ausfällt, nach einer anderen Richtung hin von Einfluss sein. Bekanntlich haben die neueren anatomischen Untersuchungen von Knies*) und A. Weber**) es sehr wahrscheinlich gemacht, dass beim Glaucom die Verengerung, resp. Obliteration des Fontana'schen Raumes eine wichtige Rolle spielt. Es wäre nun wohl denkbar, dass in Folge der myotischen Bewegung die Irisperipherie von ihren pathologischen Adhärenzen befreit wird, und es könnte eine solche Loslösung erfolgen, ohne dass die Pupille sich erheblich zu verkleinern brauchte. Dafür scheint auch zu sprechen, dass in den günstigen Fällen in der Regel eine Zunahme der Tiefe der vorderen Kammer in der Peripherie beobachtet wird, und dass ich allerdings eine Druckherabsetzung ohne alle Veränderung der Iris nicht gesehen habe.

Wahrscheinlich handelt es sich aber hierbei um eine ganz andere Wirkung, nämlich um eine durch das Physo-

*) Dieses Archiv, XXII, 3, p. 163.
**) Dieses Archiv, XXIII, 1, p. 1.

stigmin hervorgebrachte Contraction der Chorioidealgefässe und eine in Folge derselben verminderte Filtration in den Glaskörperraum. E. Harnack und L. Witkowski haben in einer vortrefflichen Arbeit*) nachgewiesen, dass das Physostigmin ein die Muskelfaser erregendes Gift ist. Es ist demnach nur scheinbar in seinen Wirkungen, nicht aber seiner Natur nach der Antagonist des Atropins, welches die Nerven-Endigungen lähmt — als der wirkliche Gegenpart des Atropins ist das Muscarin anzusehen; denn dieses erregt dieselben Organtheile, welche durch das Atropin ausser Function gesetzt werden. Daher kommt es, dass die Pupille, wenn sie durch Atropin erweitert worden ist, durch Muscarin nicht zur Contraction gebracht wird, weil die gelähmten Nerven-Endigungen, so lange das lähmende Gift nicht ausgeschieden ist, unmöglich erregt werden können, dass aber das Physostigmin noch wirksam ist, weil es ein peripherer gelegenes Organ, nämlich die Muskeln der Iris reizt. — Das analoge Factum wird beim Darm beobachtet. Wird der Darm einer Katze durch Atropin-Injection gelähmt, so bewirkt das Muscarin (welches sonst heftige, krampfartige, peristaltische Bewegungen hervorruft) keine peristaltischen Contractionen, weil seine Wirkung in einer Reizung der durch Atropin gelähmten Ganglien der Darmwand besteht; das Physostigmin erzeugt dagegen eine heftige Darmperistaltik, auch wenn kurz zuvor der Darm durch Atropin paralysirt wurde. Hieraus folgt, dass auch hier von dem Gifte ein peripherer gelegenes Organ, nämlich die Muskulatur, direct excitirt werden

*) Pharmacologische Untersuchungen über das Physostigmin und Calabarin. Arch. f. experimentelle Pathologie und Pharmacologie, Bd. V, pag. 401—454.

muss. — Dasselbe Verhältniss der Physostigminwirkung zur Atropinlähmung haben Harnack und Witkowski für das Herz des Frosches festgestellt, während die Versuche am Säugethierherzen die directe Reizung des Muskels zwar sehr wahrscheinlich machten, aber nicht ausser allen Zweifel stellten.

Wenn man sonach sieht, dass das Physostigmin eine ganze Reihe von Muskeln, besonders glatten, direct erregt,*) so liegt es nahe, anzunehmen, dass auch die Muskulatur der inneren Augengefässe von ihm gereizt und durch Verengerung derselben der intraoculare Druck reducirt wird. Diese Hypothese hat um so mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als wir die Wirkung des Physostigmins auf die Conjunctivalgefässe direct wahrnehmen können. Schon v. Wecker hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Conjunctiva der staaroperirten und mit Physostigmin behandelten Augen unter dem Druckverbande auffallend wenig secernirte. Ich hatte Gelegenheit, in einem Falle von Glaucoma simplex zu beobachten, wie ein ungewöhnlich stark ausgedehntes Gefäss, welches von der Sehne des R. internus bis nahe an den Hornhautrand und eine Strecke diesem parallel verlief — das einzige Gefäss, welches einen abnormen Füllungszustand darbot — nach zehntägiger Physostigminbehandlung fast vollständig zum normalen Volumen zurückkehrte. Ein positiver Beweis für die Wirkung vermittelst der Chorioidealgefässe könnte erbracht werden, wenn es gelänge, die Caliber der grösseren Aderhautgefässe vor und nach der Application des Physostigmins genau zu bestimmen.

Wie dem auch sein möge, so handelt es sich bei

---

*) Die oben erwähnten fibrillen Zuckungen des Orbicularis beim Menschen sind jedenfalls auch hierher zu rechnen.

der von mir entdeckten*) und bereits von mehreren Seiten bestätigten druckvermindernden Wirkung des Physostigmin um eine constante Erscheinung, deren weitere therapeutische Verwerthung noch ausgedehnter Untersuchungen bedarf, und deren Prüfung den Fachgenossen angelegentlichst empfohlen sein möge.

*) Centralbl. der med. Wissenschaften 1876. No. 24.

Strassburg, 3. August 1877.

Ueber die Empfindlichkeit für Farben in der Peripherie der Netzhaut.

Von

Dr. A. Chodin aus St. Petersburg.

Da der Ausdruck „Empfindlichkeit für Farben" von verschiedenen Autoren nicht im gleichen Sinne gebraucht wird, so halte ich es nicht für überflüssig, zu erklären, was ich unter demselben verstehe. Es ist bekannt, dass jede Farbenempfindung aus drei Factoren: Ton, Lichtstärke (Intensität) und Sättigung zusammengesetzt ist (oder nach Hering aus zweien: Ton und Nüance). Die verschiedenen Beobachter haben nun die Empfindlichkeit des Auges für den einen oder anderen dieser Factoren der Farbenempfindung bestimmt und die erhaltenen Werthe jedesmal als „Empfindlichkeit für Farben" im Allgemeinen bezeichnet. Hieraus ist jene Unbestimmtheit hervorgegangen, welcher wir auf diesem Gebiete begegnen. Nach den Einen ist das Auge für Gelb am meisten empfindlich, nach den Anderen für Grün oder für Blau und Violett u. s. w., doch spielen bei dieser Verschiedenheit der Resultate auch noch andere Einflüsse eine Rolle. Ausserdem muss man bei jeder durch

Pigment- oder Spectraltafeln erzeugten Empfindung nicht nur den farbigen, sondern auch den Lichtdruck unterscheiden, was besonders bei der Verminderung der Lichtintensität zu beachten ist; die Nichtberücksichtigung dieses Umstandes gab den älteren Autoren (Purkinse, Dove) die Veranlassung, dem Auge die grösste Empfindlichkeit (im Centrum) gegen Blau zuzuschreiben.

Was hat man denn aber unter dem Ausdrucke „Empfindlichkeit für Farben" zu verstehen? Die Empfindlichkeit des Auges für Farben muss auf dieselbe Weise bestimmt werden, wie die Empfindlichkeit der anderen Sinnes-Organe und die der verschiedenen chemischen und physikalischen Apparate, d. h. durch das Minimum des Reizes, oder im gegebenen Falle, durch das Minimum der objectiven Farbe, welches noch im Stande ist, im Auge eine Farbenempfindung hervorzurufen. Da unser Auge nur bei einer mittleren Lichtintensität die grösste Empfindlichkeit zeigt, so muss auch die Farbenempfindlichkeit bei dieser Intensität des Lichtes bestimmt werden.

Es ist selbstverständlich, dass bei Vergleichung der Empfindlichkeit für verschiedene Farben diese letzteren von gleicher Sättigung und gleicher Intensität sein müssen. In dieser Bedingung liegt die grösste Schwierigkeit dieser Art von Untersuchungen. Die in Wirklichkeit vorhandenen Farben zeigen nicht nur verschiedene Intensität und Sättigung, sondern wir sind auch nicht im Stande, sie in dieser Beziehung gleich zu machen. Hinsichtlich der Sättigung kann man noch annähernde Gleichheit für verschiedene Farben herstellen: die Spectralfarben sind die reinsten, gesättigtsten Farben (die Unreinheit derselben wird verursacht durch die Beimischung von subjectivem, weissem Licht); auch die Pigmentfarben kann man in ziemlicher Reinheit erhalten; was aber die Intensität betrifft, so ist es ganz unmög-

lich, sich alle Farben in (für das Auge) gleicher Intensität zu verschaffen, abgesehen davon, dass wir sie mit einander in dieser Beziehung nicht vergleichen können.

Wenn man die in der Natur vorkommenden Farben (Spectral- oder Pigmentfarben) nimmt, so erscheinen dem Auge die einen immer heller, als die anderen, z. B. das Gelb immer heller als das Blau, natürlich bei derselben Intensität. Vielleicht hängt diese verschiedene Intensität von dem Charakter der Farbe selbst ab; in diesem Falle könnte man die Ansicht, dass bei der Vergleichung der Farben ihre Intensitäten gleich gemacht werden müssten, nicht für richtig halten. Wenn man z. B. die Intensitäten von Gelb und Blau gleich macht, so muss man entweder die Intensität von Gelb vermindern, oder die von Blau vergrössern, aber in beiden Fällen müssen wir auch den Charakter der Farbe selbst verändern, denn eine Veränderung der Intensität ist ohne Veränderung des Tones (wenigstens für einige Farben) nur in sehr engen Grenzen möglich: bei Verminderung der Intensität nimmt das Gelb einen gelbröthlichen oder bräunlichen Charakter an, und bei Vergrösserung der Intensität erscheint das Blau weisslichblau. Dasselbe ist auch auf die anderen Farben anwendbar, welche sowohl bei Verminderung, als auch bei Vermehrung der Lichtstärke ihren Farbencharakter ändern.*)

Es bleibt also nur übrig, die Farben bei gleicher Sättigung und bei mittlerer Lichtintensität zu vergleichen, und da sie unter dieser Bedingung von verschiedener Intensität sind (vielleicht sind die idealen Farben von gleicher Helligkeit, wie Hering sich vor-

*) Die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Lichtstärke. Von Dr. A. Chodin. 1877. (Sammlung physiologischer Abhandlungen von Prof. Preyer. 7. Heft.

stellt, aber wir wissen dies nicht und können es nicht wissen), so liegt es sehr nahe, anzunehmen, dass diese verschiedene Helligkeit eine constante Eigenschaft der Farbe selbst sei, welche, wenigstens in merklichem Grade, weder vermehrt, noch vermindert werden kann, ohne eine Veränderung des Charakters der Farbe selbst herbeizuführen.

Als Beispiel für die Abhängigkeit der Helligkeit von dem Charakter der Farbe kann man die Verschiedenheit des Schwarz und Weiss anführen: ihre Helligkeiten sind ganz entgegengesetzt; man kann sie nicht gleichmachen, ohne dass der Charakter von beiden verschwindet: wir erhalten dabei immer Grau. Im Allgemeinen kann man der Ansicht von Aubert zustimmen, dass die Helligkeiten der verschiedenen Farben zwischen der Helligkeit der weissen und der der schwarzen Farbe liegen, dass also die einen Farben sich ihrer Intensität nach mehr dem Schwarz, die anderen mehr dem Weiss nähern; ihre Helligkeiten lassen sich also nicht gleichmachen, eben so wenig wie die Helligkeiten von Schwarz und Weiss, welche nur die Helligkeitsdifferenz in noch höherem Grade darstellen, als die anderen Farben.

Zu den Untersuchungen über die Farbenempfindlichkeit wäre es am besten, Spectralfarben zu benutzen wegen ihrer Reinheit. Da diese aber einerseits grosse Unbequemlichkeiten machen, und andererseits doch dieselben Eigenthümlichkeiten zeigen, wie die dem Aussehen nach reinen Pigmentfarben, so kann man sich auch mit vollem Rechte dieser letzteren bedienen.

Wie schon oben erwähnt wurde, kann die Empfindlichkeit des Auges für Farben, oder besser, für die chromatische Wirkung der Farben, (denn diese rufen auch noch Lichteindrücke hervor), bestimmt werden durch das Minimum der objectiven Farbe, welches noch eine Farbenempfindung erzeugt.

Diese Bestimmung kann mit verschiedenen Methoden erreicht werden: Verminderung der Grösse des farbigen Objectes, Vergrösserung der Distanz, Verminderung der Intensität der Farbe u. s. w. Solche Versuche wurden schon von Aubert, Landolt und mir angestellt und ergaben als Resultat, dass im Centrum der Netzhaut die Empfindlichkeit für die Farben des mittleren Theiles des Spectrums (Orange, Gelb) am grössten und unter den Endfarben für Roth grösser ist, als für Blau.

Eine bequemere Methode, besonders für die Bestimmung der Farbenempfindlichkeit auf der Peripherie der Netzhaut, ist die Anwendung der Masson'schen Drehscheiben, womit man bestimmt, welches der kleinste Sector auf schwarzem oder weissem Grunde ist, welcher noch eine Farbenempfindung hervorruft. Obgleich durch die Mischung der Farbe mit dem schwarzen oder weissen Grunde sich sowohl ihre Sättigung, als auch ihre Intensität (oder im Allgemeinen ihre Farbennüance — Hering) ändert, so kann man doch auf eine grössere oder geringere Empfindlichkeit für die chromatische Wirkung der Farbe schliessen, wenn man nur auf die Färbung des Kranzes, nicht aber auf seine Sichtbarkeit achtet.

Solche Beobachtungen (unter dem Namen „Empfindlichkeit für Farbennüancen") wurden für das Centrum der Netzhaut schon von Aubert*) gemacht. Er fand, dass auf einer weissen Scheibe der Sector für Orange, Gelb und Grün am kleinsten sein kann (2°—3°), damit der Kranz noch gefärbt erscheine, grösser für Roth und Blau (3° und mehr). Auf schwarzem Grunde war es ebenfalls Orange, welches bei dem kleinsten Sector Farbenempfindung hervorrief, dann Roth und Blau (über andere Farben macht A. keine Angaben).

*) Physiol. der Netzhaut. pag. 136.

Ausserdem muss die Grösse des Sectors auf schwarzem Grunde viel geringer sein, als auf weissem: so zeigten Orange, Roth und Blau schon bei einem Sector von 1° einen deutlichen farbigen Kranz, welcher am deutlichsten bei Orange hervortrat.

Das frühere Erscheinen der Färbung des Kranzes bei orangefarbenen und gelben Sectoren hängt nach Aubert davon ab, dass die Empfindlichkeit des Auges für diese Farben die grösste ist.

Wir finden auch bei Woinow*) Angaben über die Minima der farbigen Sectoren auf weissem, hellgrauem und dunkelgrauem Grunde, welche noch einen Kranz auf der drehenden Scheibe bemerken lassen. Wahrscheinlich achtete Woinow nur auf die Sichtbarkeit des Kranzes und nicht auf seine Färbung, wir finden daher bei ihm die Angabe, dass die dunklen Farben (Schwarz, Violett, Blau) die kleinsten Sectoren auf weissem Grunde, die hellen Farben (Weiss, Gelb) umgekehrt die kleinsten Sectoren auf schwarzem Grunde nöthig haben.

Wir sehen also, dass die Empfindlichkeit für die chromatische Wirkung der Farben nur von Aubert und nur für das Centrum der Netzhaut bestimmt wurde; wie sich aber diese Empfindlichkeit auf den seitlichen Theilen der Retina verhält, darüber giebt es keine Beobachtungen. Es liegen zwar noch Untersuchungen von Dobrowolsky**) vor, welche die Empfindlichkeit für Farben im Centrum und in der Peripherie der Netzhaut behandeln; aber man muss bemerken, dass Dobrowolsky nur von der Empfindlichkeit für die Intensitäten der Farben spricht, was gar nicht dasselbe ist. Er fand, dass diese Empfindlichkeit continuirlich vom Violett bis zum Roth abnimmt, sowohl im Centrum, als

*) Arch. f. Ophthalm., Bd. XVI, 1, pag. 259.
**) Pflüger's Archiv. 1876. pag. 450.

auch in der Peripherie der Retina; die Verminderung der Empfindlichkeit für die Intensität der Farben erfolgt schneller auf der äusseren Hälfte der Retina, als auf der inneren, sie ist grösser in der Umgebung der Macula lutea, als weiter in der Peripherie; für Blau nimmt sie relativ schneller ab, als für Roth und Grün, obgleich sie für Blau absolut grösser ist, als für die anderen Farben.

Wie schon erwähnt, gehören diese Untersuchungen von Dobrowolsky nicht zu unserer Frage über die Empfindlichkeit für die chromatische Wirkung der Farben.

Ich habe einige Versuche hinsichtlich dieser Frage angestellt, deren Resultate die folgenden Tabellen angeben. Ich benutzte den gewöhnlichen Masson'schen Dreh-Apparat,*) an welchem auf einer schwarzen oder weissen Scheibe sich farbige Sectoren befanden; die Scheibe mit Sector befand sich wieder auf schwarzem oder weissem Grunde; derselbe Grund bedeckte auch von vorn den centralen Theil der Scheibe mit Sector, so dass von der Scheibe nur ein Kranz von 10 Mm. Breite (der Breite des Sectors) übrig blieb. Der verschiedene Grund wurde deshalb gewählt, weil er einen sehr grossen Einfluss auf die Empfindlichkeit für die Farben ausübt. Es wurden also für jede Farbe je 4 Bestimmungen gemacht: 1) mit farbigem Sector auf schwarzem Kranze: a) auf schwarzem und b) auf weissem Grunde, und 2) mit farbigem Sector auf weissem Kranze: a) auf schwarzem und b) auf weissem Grunde. Oder, mit anderen Worten, es wurde die Empfindlichkeit für Farben bestimmt: 1) bei dem Minimum der Intensität der Farben: a) auf schwarzem und b) auf weissem Grunde, und 2) bei dem Minimum ihrer

---

*) Der Apparat wurde von Dr. Landolt (in Paris) zu meiner Verfügung gestellt, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Sättigung, ebenfalls auf schwarzem und weissem Grunde (a und b); nach dem Ausdrucke von Hering (welchen auch Aubert annimmt) wird man sagen: bei dem Minimum ihrer Nüancen, da nach Hering die Farbennüance die Mischung einer Farbe mit Weiss oder Schwarz ist.

Obwohl diese Untersuchungen scheinbar leicht ausführbar sind, so bieten sie doch sehr grosse Schwierigkeiten dar, und daher leiden die Resultate in hohem Grade an Subjectivität. Die grösste Schwierigkeit besteht in der Ungenauigkeit der Bestimmung der Grenze, bei welcher der Kranz anfängt gefärbt zu erscheinen; geringfügige Einflüsse, wie der Zustand des Auges, Schwankungen der Beleuchtung, Uebung, Aufmerksamkeit und andere schwer zu bestimmende Momente können sehr leicht die erwähnte Grenze verändern. Auf diese Schwierigkeiten hat für das Centrum der Netzhaut schon Aubert aufmerksam gemacht; sie machen sich in noch höherem Grade für die Peripherie der Retina bemerkbar.

Um aus diesen Versuchen ein mehr oder weniger befriedigendes Resultat zu erhalten, muss man eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen anstellen, oder, mit anderen Worten, die Methode „der falschen und richtigen Fälle anwenden", wie es Aubert für das Centrum der Netzhaut gethan hat; aber es ist zu bemerken, dass in einem Falle, wie der vorliegende, wo es sich um eine grosse Zahl von Bestimmungen handelt, diese Methode wegen ihrer Mühsamkeit und des sehr grossen Zeitverlustes kaum anwendbar ist.

Das Verfahren bei den Versuchen war einfach folgendes: Auf den Tisch wurde ein Halbkreis mit dem Radius von 50 Cm. gezeichnet, dessen Centrum mit dem Rande des Tisches zusammenfiel. Auf der im Centrum des Kreises errichteten Verticalen befand sich das beob-

achtende Auge, und zwar im Niveau der Mitte der rotirenden Scheibe; der Bogen der Ablenkung des Auges wurde nicht vom Centrum der Scheibe, sondern vom Kranze mit Sector berechnet; der Apparat war unbeweglich und es bewegte sich das Auge.

Zum Vergleich mit der Empfindlichkeit für Farben wurde auch die für Weiss und Schwarz (d. h. die für Helligkeit) bestimmt.

Die Bedingungen der Versuche waren annähernd dieselben. Die Grössen in den Tabellen sind die mittleren von 3 Beobachtungen; die Grenze wurde da angenommen, wo der Kranz auf der rotirenden Scheibe anfing die Färbung zu zeigen (obgleich in verändertem Tone).

Die auf solche Weise erhaltenen Resultate sind in folgenden 8 Tabellen (je 4 für jedes Auge) zusammengestellt.

Die erste verticale Spalte giebt in Graden den Bogen der Ablenkung des Auges an. Weiter folgen für jede Farbe je 3 Spalten, welche jedesmal angeben: die 1. Spalte: die Zahl der Grade, um welche der farbige Sector herausgeschoben werden muss, um noch eine Färbung des Kranzes hervorzurufen (A); die 2. Spalte — die Empfindlichkeit für Farben im Centrum und in der Peripherie der Netzhaut, ausgedrückt durch den mittelst Division des ganzen Kreises (360°) durch die Grösse des Sectors erhaltenen Bruch (B); und die 3. Spalte — das Verhältniss der Empfindlichkeit im Centrum zu der auf der Peripherie der Retina (C).

Alle Tabellen sind gleich, die Verschiedenheit besteht nur in der Differenz des Grundes und des Kranzes, auf welchem sich der farbige Sector befindet.

1) Rechtes Auge.

A. Schwarzer Grund.

a) Sector auf schwarzem Kranze.*)

Tab. I.

Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °	Roth. Grösse des Sectors.	Roth. Empfindlichkeit.	Roth. Verhältniss zum Centrum.	Orange. Grösse des Sectors.	Orange. Empfindlichkeit.	Orange. Verhältniss zum Centrum.	Gelb. Grösse des Sectors.	Gelb. Empfindlichkeit.	Gelb. Verhältniss zum Centrum.	Grün. Grösse des Sectors.	Grün. Empfindlichkeit.	Grün. Verhältniss zum Centrum.	Blau. Grösse des Sectors.	Blau. Empfindlichkeit.	Blau. Verhältniss zum Centrum.	Violett. Grösse des Sectors.	Violett. Empfindlichkeit.	Violett. Verhältniss zum Centrum.	Weiss. Grösse des Sectors.	Weiss. Empfindlichkeit.	Weiss. Verhältniss zum Centrum.
0°	2°	1/180	—	45′	1/480	--	1°	1/360	—	1°	1/360	—	2°15′	1/160	—	2°30′	1/144	—	1°	1/360	—
15°	5°15′	1/68	1:2,6	1°30′	1/240	1:2	1°30′	1/240	1:1,5	2°30′	1/144	1:2,5	3°	1/120	1:1,3	4°	1/90	1:1,6	2°15′	1/160	1:2
30°	9°	1/40	1:4,5	2°30′	1/144	1:3,3	2°30′	1/144	1:2,5	5°	1/72	1:5	5°	1/72	1:2,2	6°30′	1/55	1:2,4	3°30′	1/103	1:3,5
45°	15°30′	1/23	1:7,7	4°30′	1/90	1:6	4°	1/90	1:4	8°30′	1/42	1:8,5	7°15′	1/49	1:3,2	8°45′	1/41	1:3,5	6°50′	1/55	1:6,5
60°	29°15′	1/12	1:14	7°	1/51	1:9	5°45′	1/62	1:5,4	14°	1/25	1:14	8°45′	1/41	1:3,8	13°	1/27	1:5,2	9°15′	1/38	1:9
75°	64°	1/5,6	1:32	15°	1/24	1:20	10°15′	1/35	1:10	35°	1/10	1:35	13°30′	1/26	1:6,7	23°	1/15	1:9	13°	1/27	1:13
90°	285°	1/1,2	1:142,5	60°	1/6	1:80	50°	1/7	1:50	—	—	—	35°	1/10	1:15	161°	1/2,2	1:64	19°30′	1/18	1;19,5

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °	Roth. Grösse des Sectors.	Roth. Empfindlichkeit.	Roth. Verhältniss zum Centrum.	Orange. Grösse des Sectors.	Orange. Empfindlichkeit.	Orange. Verhältniss zum Centrum.	Gelb. Grösse des Sectors.	Gelb. Empfindlichkeit.	Gelb. Verhältniss zum Centrum.	Grün. Grösse des Sectors.	Grün. Empfindlichkeit.	Grün. Verhältniss zum Centrum.	Blau. Grösse des Sectors.	Blau. Empfindlichkeit.	Blau. Verhältniss zum Centrum.	Violett. Grösse des Sectors.	Violett. Empfindlichkeit.	Violett. Verhältniss zum Centrum.	Weiss. Grösse des Sectors.	Weiss. Empfindlichkeit.	Weiss. Verhältniss zum Centrum.
15°	6°	1/60	1:3	1°45′	1/205	1:2,3	1°45′	1/205	1:1,7	3°15′	1/111	1:3	3°30′	1/103	1:1,5	4°30′	1/80	1:1,8	2°30′	1/144	1:2,5
30°	31°	1/11,6	1:15,5	4°30′	1/80	1:6	3°	1/120	1:3	8°30′	1/42	1:8,5	5°45′	1/62	1:2,5	9°30′	1/38	1:3,8	4°15′	1/84	1:4
45°	135°	1/2,6	1:62,5	16°	1/22	1:21	10°	1/36	1:10	57°	1/6,3	1:57	16°	1/22	1:7,5	39°45′	1/9	1:17	8°15′	1/43	1:8

*) Der Kranz bildet mit dem Grunde eine schwarze Fläche.

Tab. II.

b) Farbiger Sector auf weissem Kranze.

Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	15°	$\frac{1}{24}$	—	13°	$\frac{1}{27}$	—	19°30′	$\frac{1}{18}$	—	29°30′	$\frac{1}{12}$	—	25°	$\frac{1}{14,4}$	—	30°30′	$\frac{1}{12}$	—
15°	30°15′	$\frac{1}{12}$	1 : 2	25°15′	$\frac{1}{14,4}$	1 : 1,9	34°45′	$\frac{1}{13}$	1 : 1,7	93°	$\frac{1}{3,8}$	1 : 3	31°	$\frac{1}{11,6}$	1 : 1,2	42°30′	$\frac{1}{8,4}$	1 : 1,4
30°	55°30′	$\frac{1}{6}$	1 : 3,6	45°30′	$\frac{1}{8}$	1 : 3,4	50°	$\frac{1}{7}$	1 : 2,5	151°	$\frac{1}{2,3}$	1 : 5	38°30′	$\frac{1}{9,6}$	1 : 1,5	51°45′	$\frac{1}{7}$	1 : 1,7
45°	92°	$\frac{1}{4}$	1 : 6	70°	$\frac{1}{5}$	1 : 5,4	69°15′	$\frac{1}{5}$	1 : 3,5	192°30′	$\frac{1}{1,8}$	1 : 6,5	44°15′	$\frac{1}{8}$	1 : 1,7	64°	$\frac{1}{5,6}$	1 : 2
60°	130°30′	$\frac{1}{2,7}$	1 : 8,6	90°30′	$\frac{1}{4}$	1 : 6,9	81°	$\frac{1}{4,4}$	1 : 4	229°	$\frac{1}{1,6}$	1 : 7,7	52°	$\frac{1}{6,9}$	1 : 2	77°30′	$\frac{1}{4,6}$	1 : 2,5
75°	280°	$\frac{1}{1,2}$	1:18,6	180°	$\frac{1}{2}$	1:13,8	129°30′	$\frac{1}{2,7}$	1 : 6,5	—	—	—	66°30′	$\frac{1}{5,3}$	1 : 2,6	100°30′	$\frac{1}{3,5}$	1 : 3,2
90°	340°	$\frac{1}{1}$	1:22,6	320°	$\frac{1}{1}$	1:24,6	208°	$\frac{1}{1,7}$	1:10,5	—	—	—	103°	$\frac{1}{3,4}$	1 : 4	203°	$\frac{1}{1,7}$	1 : 6,6

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
15°	35°30′	$\frac{1}{13}$	1 : 2,3	28°30′	$\frac{1}{12}$	1 : 2,1	36°30′	$\frac{1}{10}$	1 : 1,8	99°	$\frac{1}{3,6}$	1 : 3,3	33°30′	$\frac{1}{10,7}$	1 : 1,3	47°	$\frac{1}{7,6}$	1 : 1,5
30°	105°15′	$\frac{1}{3,4}$	1 : 7	85°30′	$\frac{1}{4}$	1 : 6,5	76°	$\frac{1}{4,7}$	1 : 3,7	202°	$\frac{1}{1,7}$	1 : 6,8	51°	$\frac{1}{7}$	1 : 2	71°	$\frac{1}{5}$	1 : 2,3
45°	290°	$\frac{1}{1,2}$	1 : 19	200°	$\frac{1}{1,8}$	1 : 15	141°	$\frac{1}{2,5}$	1 : 7	—	—	—	72°15′	$\frac{1}{5}$	1 : 2,8	121°30′	$\frac{1}{2,9}$	1 : 3

B. Weisser Grund.

a) Sector auf schwarzem Kranze.

Tab. III.

Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	9°	1/40	—	5°	1/72	—	6°	1/60	—	5°15′	1/69	—	7°	1/51	—	9°30′	1/39	—
15°	19°30′	1/18	1 : 2,1	7°45′	1/47	1 : 1,5	8°30′	1/42	1 : 1,4	8°30′	1/42	1 : 1,6	10°30′	1/35	1 : 1,5	15°30′	1/23	1 : 1,6
30°	38°	1/9	1 : 4,2	12°30′	1/29	1 : 2,5	13°15′	1/27	1 : 2,1	14°45′	1/26	1 : 2,8	14°15′	1/25	1 : 2	20°30′	1/17	1 : 2,1
45°	63°	1/5,7	1 : 7	22°	1/16	1 : 4,4	24°30′	1/15	1 : 4	29°30′	1/12	1 : 5,6	21°	1/17	1 : 3	37°	1/9,7	1 : 4
60°	83°30′	1/4,3	1 : 9,2	37°30′	1/9	1 : 7,5	47°	1/7,6	1 : 7,8	79°	1/4,5	1 : 15	40°30′	1/8,8	1 : 5,6	59°30′	1/6	1 : 6,2
75°	243°	1/1,4	1 : 2,7	97°	1/3,7	1:19,4	130°	1/2,7	1 : 21	—	—	—	71°	1/5	1 : 10	222°	1/1,6	1 : 23
90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
15°	23°	1/15	1 : 2,5	9°	1/40	1 : 1,8	9°30′	1/39	1 : 1,5	9°30′	1/39	1 : 1,8	9°45′	1/87,5	1 : 1,4	16°30′	1/21,8	1 : 1,7
30°	66°30′	1/5	1 : 7,3	22°30′	1/16	1 : 4,5	29°30′	1/12	1 : 4,9	33°15′	1/10,9	1 : 6,6	22°30′	1/16	1 : 3,2	37°45′	1/9,5	1 : 3,9
45°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82°	1/4,3	1:11,7	—	—	—

b) Sector auf weissem Kranze.

Tab. IV.

Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.			Schwarz.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	4°30′	1/80	—	2°30′	1/144	—	2°45′	1/130	—	4°30′	1/80	—	6°	1/60	—	8°30′	1/42	—	2°30′	1/144	—
15°	9°30′	1/37	1 : 2	4°45′	1/76	1 : 1,9	4°30′	1/80	1 : 1,6	11°30′	1/31	1 : 2,5	8°15′	1/45	1 : 1,3	14°30′	1/24	1 : 1,7	5°30′	1/65	1 : 2,2
30°	23°	1/15	1 : 5	10°30′	1/35	1 : 4,2	8°45′	1/41	1 : 3	22°	1/15,5	1 : 4,9	14°30′	1/24	1 : 2,4	24°	1/15	1 : 2,8	9°30′	1/37,9	1 : 3,8
45°	57°	1/6	1 : 13	22°30′	1/15	1 : 9	20°30′	1/17	1 : 7	53°30′	1/6	1:11,8	24°	1/15	1 : 4	39°	1/9	1 : 4,5	17°	1/21	1 : 6,8
60°	121°	1/3	1 : 28	52°	1/7	1:20,8	35°	1/10	1 : 12	139°	1/2,5	1:30,8	43°30′	1/8	1 : 7,2	73°30′	1/4,9	1 : 8,6	36°30′	1/9,9	1:14,6
75°	303°	1/1,4	1 : 67	155°	1/2,3	1 : 62	140°	1/2,5	1 : 50	329°	1/1	1 : 73	84°	1/4,2	1 : 14	175°	1/2	1:20,5	70°15′	1/5	1 : 28
90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.			Schwarz.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
15°	11°30′	1/31	1 : 2,5	5°30′	1/65	1 : 2,2	5°30′	1/65	1 : 2	12°30′	1/28	1 : 2,7	9°30′	1/37,9	1 : 1,5	15°30′	1/23	1 : 1,8	6°	1/60	1 : 2,4
30°	62°	1/5,8	1:13,7	27°	1/13	1:10,8	21°30′	1/16	1 : 7	67°	1/5,3	1:14,8	26°	1/13,4	1 : 4,3	30°	1/12	1 : 3,5	10°30′	1/34,2	1 : 4,2
45°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98°30′	1/3,6	1 : 16	—	—	—	23°30′	1/15	1 : 9,4

2) Linkes Auge.

A. Schwarzer Grund.

a) Sector auf schwarzem Kranze.

Tab. V.

Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.			Weiss.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	1°15'	$\frac{1}{288}$	—	45'	$\frac{1}{480}$	—	50'	$\frac{1}{432}$	—	50'	$\frac{1}{432}$	—	1°45'	$\frac{1}{205}$	—	2°15'	$\frac{1}{160}$	—	50'	$\frac{1}{432}$	—
15°	3°30'	$\frac{1}{103}$	1:2,8	1°15'	$\frac{1}{288}$	1:1,7	1°15'	$\frac{1}{288}$	1:1,5	2°45'	$\frac{1}{132}$	1:3,3	2°15'	$\frac{1}{160}$	1:1,4	3°15'	$\frac{1}{111}$	1:1,4	1°45'	$\frac{1}{205}$	1:2,1
30°	6°	$\frac{1}{60}$	1:4,8	2°30'	$\frac{1}{144}$	1:3,3	2°15'	$\frac{1}{160}$	1:2,7	4°45'	$\frac{1}{76}$	1:5,7	3°30'	$\frac{1}{103}$	1:2	5°	$\frac{1}{72}$	1:2,2	2°45'	$\frac{1}{132}$	1:3,5
45°	12°30'	$\frac{1}{28,8}$	1:10	5°15'	$\frac{1}{68}$	1:7	4°	$\frac{1}{90}$	1:4,8	7°45'	$\frac{1}{47}$	1:9,3	4°30'	$\frac{1}{80}$	1:2,8	7°30'	$\frac{1}{48}$	1:3,3	5°	$\frac{1}{72}$	1:6
60°	25°	$\frac{1}{14,4}$	1:20	8°	$\frac{1}{45}$	1:10,6	5°30'	$\frac{1}{66}$	1:6,6	13°30'	$\frac{1}{26}$	1:16,2	6°30'	$\frac{1}{55}$	1:4	10°	$\frac{1}{36}$	1:4,4	7°30'	$\frac{1}{48}$	1:9
75°	54°30'	$\frac{1}{6,6}$	1:43,6	19°30'	$\frac{1}{18}$	1:25	10°30'	$\frac{1}{35}$	1:12,6	33°	$\frac{1}{10,9}$	1:39,6	10°	$\frac{1}{36}$	1:6	23°30'	$\frac{1}{17}$	1:10,4	9°45'	$\frac{1}{37}$	1:11,7
90°	145°	$\frac{1}{2,4}$	1:116	65°	$\frac{1}{5,5}$	1:86	36°	$\frac{1}{10}$	1:43,2	—	—	—	24°30'	$\frac{1}{14,6}$	1:15	121°	$\frac{1}{3}$	1:53,7	22°	$\frac{1}{16}$	1:26,4

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth. A.	Roth. B.	Roth. C.	Orange. A.	Orange. B.	Orange. C.	Gelb. A.	Gelb. B.	Gelb. C.	Grün. A.	Grün. B.	Grün. C.	Blau. A.	Blau. B.	Blau. C.	Violett. A.	Violett. B.	Violett. C.	Weiss. A.	Weiss. B.	Weiss. C.
15°	4°	$\frac{1}{90}$	1:3,2	2°	$\frac{1}{180}$	1:2,6	1°30'	$\frac{1}{240}$	1:1,8	3°	$\frac{1}{120}$	1:3,6	2°30'	$\frac{1}{144}$	1:1,5	4°	$\frac{1}{90}$	1:1,7	2°	$\frac{1}{180}$	1:2,4
30°	16°30'	$\frac{1}{21,8}$	1:13	3°30'	$\frac{1}{103}$	1:4,6	3°	$\frac{1}{120}$	1:3,6	7°30'	$\frac{1}{48}$	1:9	5°	$\frac{1}{72}$	1:3	8°30'	$\frac{1}{42}$	1:3,7	3°30'	$\frac{1}{103}$	1:4,2
45°	61°	$\frac{1}{6}$	1:48	23°	$\frac{1}{15}$	1:30,6	9°30'	$\frac{1}{38}$	1:11,4	38°	$\frac{1}{9,6}$	1:45,6	9°30'	$\frac{1}{38}$	1:6	43°	$\frac{1}{8}$	1:19	8°30'	$\frac{1}{42}$	1:10,2

b) Sector auf weissem Kranze.

Tab. VI. Aeusserer Theil des Sehfeldes

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	17°	$\frac{1}{21}$	—	11°30′	$\frac{1}{31}$	—	22°30′	$\frac{1}{16}$	—	29°	$\frac{1}{12,4}$	—	24°30′	$\frac{1}{14}$	—	28°	$\frac{1}{12,8}$	—
15°	31°	$\frac{1}{11}$	1:1,8	21°30′	$\frac{1}{16,5}$	1:1,8	35°30′	$\frac{1}{10}$	1:1,5	78°30′	$\frac{1}{4,5}$	1:2,7	28°30′	$\frac{1}{12,5}$	1:1,1	41°30′	$\frac{1}{8,6}$	1:1,4
30°	59°30′	$\frac{1}{6}$	1:3,4	39°	$\frac{1}{9}$	1:3,3	43°	$\frac{1}{8,3}$	1:1,9	112°	$\frac{1}{3,2}$	1:3,8	38°30′	$\frac{1}{9,3}$	1:1,5	59°	$\frac{1}{6}$	1:2,1
45°	93°30′	$\frac{1}{3,8}$	1:5,5	70°30′	$\frac{1}{5}$	1:6	61°30′	$\frac{1}{5,8}$	1:2,7	143°	$\frac{1}{2,5}$	1:4,9	47°	$\frac{1}{7,6}$	1:1,9	71°30′	$\frac{1}{5}$	1:2,5
60°	143°	$\frac{1}{2,5}$	1:8,4	101°	$\frac{1}{3,5}$	1:8,7	78°	$\frac{1}{4,5}$	1:3,4	184°	$\frac{1}{1,9}$	1:6,3	58°	$\frac{1}{6,2}$	1:2,3	98°	$\frac{1}{3,6}$	1:3,5
75°	182°	$\frac{1}{2}$	1:10,7	135°	$\frac{1}{2,6}$	1:10,9	108°30′	$\frac{1}{3,3}$	1:4,8	247°	$\frac{1}{1,4}$	1:8,5	73°30′	$\frac{1}{4,9}$	1:3	121°	$\frac{1}{2,9}$	1:4,3
90°	268°	$\frac{1}{1,3}$	1:15,6	229°	$\frac{1}{1,5}$	1:19,4	165°	$\frac{1}{2,1}$	1:7,3	—	—	—	139°	$\frac{1}{2,5}$	1:5,6	173°	$\frac{1}{2}$	1:6,1

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth. A.	Roth. B.	Roth. C.	Orange. A.	Orange. B.	Orange. C.	Gelb. A.	Gelb. B.	Gelb. C.	Grün. A.	Grün. B.	Grün. C.	Blau. A.	Blau. B.	Blau. C.	Violett. A.	Violett. B.	Violett. C.
15°	36°30′	$\frac{1}{10}$	1:2,1	27°	$\frac{1}{13}$	1:2,3	36°	$\frac{1}{10}$	1:1,6	80°	$\frac{1}{4,5}$	1:2,7	31°	$\frac{1}{11,6}$	1:1,2	43°30′	$\frac{1}{8,2}$	1:1,6
30°	91°30′	$\frac{1}{3,9}$	1:5,3	73°30′	$\frac{1}{4,9}$	1:6,3	63°30′	$\frac{1}{5,6}$	1:2,8	135°30′	$\frac{1}{2,5}$	1:4,6	42°30′	$\frac{1}{8,4}$	1:1,7	62°	$\frac{1}{5,8}$	1:2,2
45°	191°	$\frac{1}{1,8}$	1:11,2	159°	$\frac{1}{2,2}$	1:13,4	121°	$\frac{1}{2,9}$	1:5,3	235°	$\frac{1}{1,5}$	1:8	69°	$\frac{1}{5,2}$	1:2,8	131°	$\frac{1}{2,7}$	1:4,6

B. Weisser Grund.

a) Sector auf schwarzem Kranze,

Tab. VII. Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °	Roth.			Orange.			Gelb			Grün.			Blau.			Violett.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	10°	$\frac{1}{36}$	—	5°	$\frac{1}{72}$	—	5°30′	$\frac{1}{65}$	—	5°	$\frac{1}{72}$	—	7°30′	$\frac{1}{49}$	—	10°	$\frac{1}{36}$	—
15°	22°30′	$\frac{1}{16}$	1 : 2,2	7°30′	$\frac{1}{49}$	1 : 1,5	7°30′	$\frac{1}{49}$	1 : 1,3	8°15′	$\frac{1}{43}$	1 : 1,6	10°30′	$\frac{1}{35}$	1 : 1,4	16°15′	$\frac{1}{22}$	1 : 1,6
30°	33°30′	$\frac{1}{10,9}$	1 : 3,3	10°30′	$\frac{1}{35}$	1 : 2,1	13°15′	$\frac{1}{27}$	1 : 2,3	16°	$\frac{1}{22}$	1 : 3,2	15°30′	$\frac{1}{23}$	1 : 2	26°30′	$\frac{1}{13,5}$	1 : 2,6
45°	51°	$\frac{1}{7}$	1 : 5	21°30′	$\frac{1}{16,5}$	1 : 4,3	21°15′	$\frac{1}{17}$	1 : 3,8	29°30′	$\frac{1}{12}$	1 : 5,8	23°	$\frac{1}{15,5}$	1 : 3	39°	$\frac{1}{9,2}$	1 : 3,9
60°	76°	$\frac{1}{4,7}$	1 : 7,6	38°30′	$\frac{1}{9,3}$	1 : 7,7	41°30′	$\frac{1}{8,6}$	1 : 7,5	83°	$\frac{1}{4,3}$	1:16,6	38°30′	$\frac{1}{9,3}$	1 : 5	59°	$\frac{1}{6}$	1 : 5,9
75°	189°	$\frac{1}{1,9}$	1:18,9	87°	$\frac{1}{4,1}$	1:17,4	79°	$\frac{1}{4,5}$	1:14,3	—	—	—	73°	$\frac{1}{4,9}$	1 : 9,3	153°	$\frac{1}{2,3}$	1:15,3
90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °	Roth. A.	Roth. B.	Roth. C.	Orange. A.	Orange. B.	Orange. C.	Gelb A.	Gelb B.	Gelb C.	Grün. A.	Grün. B.	Grün. C.	Blau. A.	Blau. B.	Blau. C.	Violett. A.	Violett. B.	Violett. C.
15°	26°30′	$\frac{1}{13,6}$	1 : 2,0	8°30′	$\frac{1}{42}$	1 : 1,7	8°	$\frac{1}{45}$	1 : 1,4	9°30′	$\frac{1}{39}$	1 : 1,9	11°	$\frac{1}{32,7}$	1 : 1,4	16°30′	$\frac{1}{21,8}$	1 : 1,6
30°	63°	$\frac{1}{5,7}$	1 : 6,3	23°	$\frac{1}{15}$	1 : 4,6	22°30′	$\frac{1}{16}$	1 : 4	33°	$\frac{1}{10,9}$	1 : 6,6	22°30′	$\frac{1}{16}$	1 : 3	40°	$\frac{1}{9}$	1 : 4
45°	—	—	—	—	—	—	87°	$\frac{1}{4}$	1:15,3	—	—	—	75°15′	$\frac{1}{4,7}$	1:10,3	—	—	—

b) Sector auf weissem Kranze.

Tab. VIII.

Aeusserer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth.			Orange.			Gelb.			Grün.			Blau.			Violett.			Schwarz.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	4°	$\frac{1}{90}$	—	2°	$\frac{1}{180}$	—	2°15′	$\frac{1}{160}$	—	4°	$\frac{1}{90}$	—	5°30′	$\frac{1}{65}$	—	9°	$\frac{1}{40}$	—	2°30′	$\frac{1}{144}$	—
15°	9°	$\frac{1}{40}$	1 : 2,2	4°30′	$\frac{1}{80}$	1 : 2,2	3°30′	$\frac{1}{103}$	1 : 1,5	14°30′	$\frac{1}{24,5}$	1 : 3,6	8°30′	$\frac{1}{42}$	1 : 1,5	16°45′	$\frac{1}{21}$	1 : 1,8	5°	$\frac{1}{72}$	1 : 2
30°	19°30′	$\frac{1}{18}$	1 : 4,8	9°	$\frac{1}{40}$	1 : 4,5	6°	$\frac{1}{60}$	1 : 2,6	33°	$\frac{1}{10,9}$	1 : 8,2	12°30′	$\frac{1}{28}$	1 : 2,2	23°30′	$\frac{1}{15}$	1 : 2,6	8°30′	$\frac{1}{42}$	1 : 3,4
45°	54°	$\frac{1}{6,6}$	1:13,5	24°30′	$\frac{1}{14,7}$	1:12,2	13°30′	$\frac{1}{26}$	1 : 6	72°30′	$\frac{1}{4,9}$	1 : 18	19°	$\frac{1}{18,9}$	1 : 3,4	48°	$\frac{1}{7,5}$	1 : 5,3	15°30′	$\frac{1}{23}$	1 : 6,2
60°	134°30′	$\frac{1}{2,6}$	1:33,5	68°	$\frac{1}{5,2}$	1 : 34	25°	$\frac{1}{14,4}$	1 : 11	161°	$\frac{1}{2,2}$	1:40,2	38°	$\frac{1}{10,9}$	1 : 6	94°30′	$\frac{1}{3,8}$	1:10,5	35°	$\frac{1}{10,2}$	1 : 14
75°	258°	$\frac{1}{1,3}$	1:64,5	129°30′	$\frac{1}{2,7}$	1:64,6	91°	$\frac{1}{3,9}$	1 : 40	320°	$\frac{1}{1}$	1 : 80	76°30′	$\frac{1}{4,7}$	1:13,9	154°	$\frac{1}{2,3}$	1 : 17	67°30′	$\frac{1}{5,4}$	1 : 27
90°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Innerer Theil des Sehfeldes.

Bogen in °.	Roth. A.	Roth. B.	Roth. C.	Orange. A.	Orange. B.	Orange. C.	Gelb. A.	Gelb. B.	Gelb. C.	Grün. A.	Grün. B.	Grün. C.	Blau. A.	Blau. B.	Blau. C.	Violett. A.	Violett. B.	Violett. C.	Schwarz. A.	Schwarz. B.	Schwarz. C.
15°	10°	$\frac{1}{36}$	1 : 2,5	5°	$\frac{1}{72}$	1 : 2,5	3°45′	$\frac{1}{96}$	1 : 1,6	16°30′	$\frac{1}{21,8}$	1 : 4	9°	$\frac{1}{40}$	1 : 1,6	17°	$\frac{1}{21}$	1 : 1,8	5°30′	$\frac{1}{65}$	1 : 2,2
30°	49°	$\frac{1}{7}$	1:12,2	22.30′	$\frac{1}{16}$	1:11,2	15°	$\frac{1}{24}$	1 : 6,6	54°	$\frac{1}{6,6}$	1:13,5	22°30′	$\frac{1}{15}$	1 : 4	42°30′	$\frac{1}{8,4}$	1 : 4,7	9°30′	$\frac{1}{37,9}$	1 : 3,8
45°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91°	$\frac{1}{3,9}$	1:16,5	—	—	—	21°	$\frac{1}{17}$	1 : 8,4

Es ist dabei noch zu erwähnen, dass bei Mischung des farbigen Sectors mit dem weissen oder schwarzen Kranze nicht nur die Intensität und Sättigung der Farbe sich ändern, sondern manchmal auch der Farbenton: die beträchtlichste Veränderung zeigt das Blau, welches bei Mischung mit Weiss deutlich violett erscheint (wie es Aubert und Brücke schon früher gefunden); deutliches Violett wird sogar dann bemerkt, wenn der blaue Sector den grössten Theil des Kreises bedeckt, wobei es zugleich gesättigter wird. Auf dem schwarzen Kranze giebt der blaue Sector sehr dunkles Blau, theilweise auch mit violetter Nüance. Auf der Peripherie der Retina dagegen erscheint das Violett wieder blau.

Der rothe Sector auf schwarzem Kranze erscheint dunkelrothbraun, welche Farbe mit Vergrösserung des Sectors heller und gesättigter wird; auf weissem Kranze erscheint er weisslich gelbroth. Gelb erscheint bei dem Minimum des Sectors auf schwarzem Kranze gelblichbraun mit schwach grüner Nüance, auf weissem Grunde aber sehr weisslich-gelb.

Die anderen Farben erscheinen weisslich oder dunkler ohne besondere Veränderungen; auf der Peripherie der Netzhaut bieten sie dieselben Veränderungen in Tone und Intensität dar, wie bei dem Hinausrücken eines farbigen Objectes vom Centrum nach der Peripherie der Retina.

Obwohl man den Zahlen der oben angeführten Tabellen keinen sehr grossen Werth beimessen darf wegen der ungenügenden Zahl der Versuche und der sehr grossen Schwierigkeit ihrer Ausführung, so ist es doch erlaubt, aus denselben einige allgemeine Folgerungen über die Farbenempfindlichkeit (im angeführten Sinne) im Centrum und in der Peripherie der Netzhaut (wenigstens für meine Augen) zu ziehen.

1) Die Empfindlichkeit des Auges für Farben, d. h. die minimale Grösse des farbigen Sectors, welche noch

im Stande ist, einen chromatischen Eindruck hervorzurufen, ist verschieden, je nach dem Verhalten des Grundes und dem des Kranzes. Wenn der Grund und der Kranz gleich sind, ohne Helligkeitsdifferenz, so ist die Empfindlichkeit am grössten und dabei auf schwarzem Grunde und Kranze grösser, als auf weissem; d. h. bei minimaler Intensität der Farben ist auf schwarzem Grunde die Empfindlichkeit für Farben viel grösser, als auf weissem Grunde, oder als bei minimaler Sättigung der Farben auf schwarzem oder weissem Grunde. Wenn aber der Grund eine bedeutende Helligkeitsdifferenz gegen den Kranz, auf welchem sich der farbige Sector befindet, zeigt, so nimmt die Empfindlichkeit für Farben bedeutend ab, und diese Abnahme ist viel grösser in dem Falle, wenn der Grund dunkel (schwarz) und der Kranz hell (weiss) ist, als umgekehrt.

2) Was die einzelnen Farben betrifft, so zeigt sich im Allgemeinen die grösste Empfindlichkeit im Centrum für Orange, dann für Gelb, Grün und Roth, und die geringste für Blau und Violett. So ist auf schwarzem Kranze und schwarzem Grunde, d. h. bei minimaler Intensität der Farben auf schwarzem Grunde (nach Tab. I und V) für Orange ein Sector von 45′ genügend, um noch einen Farben-Eindruck zu erzeugen, also ist die Empfindlichkeit $= \frac{1}{480}$; für Gelb maass der Sector zwischen 50′ u. 1° $\left(\text{Empfindlichkeit} = \frac{1}{432} - \frac{1}{360}\right)$, für Grün so viel wie für Gelb, für Roth 1°15′—2 $\left(\frac{1}{288} - \frac{1}{180}\right)$, für Blau 1°45′—2°15′ $\left(\frac{1}{205} - \frac{1}{160}\right)$, für Violett 2°15′—2°30′ $\left(\frac{1}{160} - \frac{1}{144}\right)$. Bei der Vergleichung dieser Empfindlichkeiten für Farben mit der für blosse Helligkeit (für Weiss auf schwarzem Grunde) sehen wir, dass im Centrum der Retina die Empfindlichkeit für Orange

grösser ist, als für Weiss, die für Gelb und Grün annähernd dieselbe, und die für Blau und Violett geringer, als für Weiss — die Grösse des weissen Sectors schwankte zwischen 50′ und 1°, also war die Empfindlichkeit $= \frac{1}{432} - \frac{1}{360}$.

Bei Anwendung farbiger Sectoren auf weissem Kranze und weissem Grunde, d. h. bei Vergleichung der Farben bei minimaler Sättigung auf weissem Grunde (Tab. IV und VIII) nimmt die Empfindlichkeit für Farben bedeutend (um das 3- bis 5fache) ab, obwohl die Reihenfolge der Farben fast dieselbe bleibt: für Orange ist sie $= \frac{1}{180} - \frac{1}{144}$ (in zwei Augen), für Gelb $\frac{1}{160} - \frac{1}{130}$, für Grün $\frac{1}{90} - \frac{1}{80}$, für Roth $\frac{1}{90} - \frac{1}{80}$, für Blau $\frac{1}{65} - \frac{1}{60}$, für Violett $\frac{1}{42} - \frac{1}{40}$, für Schwarz (d. h. für Helligkeit) $\frac{1}{144}$, für Weiss auf Schwarz aber $\frac{1}{432} - \frac{1}{360}$.

Wenn der Grund eine grosse Helligkeitsdifferenz gegenüber dem Kranze aufweist, so nimmt die Empfindlichkeit für Farben noch mehr ab, besonders wenn der Grund schwarz und der Kranz weiss ist: in diesem Falle muss der Sector sehr gross genommen werden, damit eine Färbung des Kranzes hervortritt; so (Tab. II und VI) für Roth 15°—17° (also die Empfindlichkeit $= \frac{1}{24} - \frac{1}{21}$), für Orange 11°30—13° $\left(\frac{1}{31} - \frac{1}{24}\right)$, für Gelb 19°30′—22°30′ $\left(\frac{1}{18} - \frac{1}{16}\right)$, für Grün 29°—29°30′ $\left(\frac{1}{12}\right)$, für Blau 25° $\left(\frac{1}{14}\right)$, für Violett 28°—30°30′ $\left(\frac{1}{13} - \frac{1}{12}\right)$.

Wenn der Grund weiss und der Kranz schwarz ist, so sind die Grössen der Sectoren kleiner (Tab. III und VII): für Roth 9°—10° $\left(\text{Empf.} = \frac{1}{40} - \frac{1}{36}\right)$, für Orange

5^0 $\left(\frac{1}{72}\right)$, für Gelb $5^0 30'$—6^0 $\left(\frac{1}{65}-\frac{1}{60}\right)$, für Grün 5^0—$5^0 15'$ $\left(\frac{1}{72}-\frac{1}{69}\right)$, für Blau 7^0—$7^0 30'$ $\left(\frac{1}{51}-\frac{1}{49}\right)$, für Violett $9^0 30'$—10^0 $\left(\frac{1}{39}-\frac{1}{36}\right)$.

3) Die Empfindlichkeit für Farben auf den peripherischen Theilen der Netzhaut hängt ebenfalls von der Verschiedenheit des Grundes und des Kranzes ab, und in dieser Hinsicht ist sie analog der des Centrums.

Die Empfindlichkeit für Farben auf der Peripherie nimmt vom Centrum an ab, aber diese Abnahme ist nicht gleich auf beiden Hälften der Retina und für verschiedene Farben.

Auf der äusseren Hälfte der Retina (im inneren Theile des Gesichtsfeldes) erfolgt die Abnahme der Empfindlichkeit viel schneller, als auf der inneren Hälfte; besonders wird diese Differenz auf den mehr peripherischen Theilen bemerkbar, und tritt für jene Farben mehr hervor, für welche die Empfindlichkeit im Allgemeinen auf der Peripherie schneller abnimmt; so ist z. B. für Roth und Grün diese Differenz folgende (Tab I): bei 15^0 nach aussen verhält sich die Empfindlichkeit für Roth zu der des Centrums wie 1 : 2,6, für Grün wie 1 : 2,5; bei 15^0 nach innen für beide Farben wie 1 : 3; bei 30^0 nach aussen für Roth wie 1 : 4,5 und für Grün wie 1 : 5; bei 30^0 nach innen für Roth wie 1 : 15,5, für Grün 1 : 8,5; bei 45^0 nach aussen für Roth wie 1 : 7,7 und für Grün 1 : 8,5; bei 45^0 nach innen für Roth wie 1 : 62,5 und für Grün wie 1 : 57; also ist die Abnahme der Empfindlichkeit bei 45^0 vom Centrum nach aussen um 7—8 mal kleiner, als bei demselben Winkel nach innen, während diese Differenz bei 15^0 vom Centrum noch sehr klein ist. Dasselbe Verhältniss zeigt auch das andere Auge (Tab. V), nur ist die Differenz hier nicht so gross.

Die Farben, für welche die Empfindlichkeit auf der Peripherie am wenigsten abnimmt, wie Blau und Gelb, zeigen die oben erwähnte Differenz der beiden Hälften der Retina viel weniger ausgesprochen; aus Tab. I ersieht man, dass bei 45° nach innen die Empfindlichkeit für Gelb um das 10fache, für Blau um das 7,5fache im Verhältniss zum Centrum abnimmt, während sie bei 45° nach aussen für Gelb um das 4fache, für Blau um das 3,2fache abnimmt; also beträgt die Differenz nicht mehr als das 2—2½fache. Dasselbe zeigt sich auch auf dem anderen Auge (Tab. V).

Auf weissem Kranze und weissem Grunde (Tab. IV und VIII) erscheint die Differenz in der Abnahme der Empfindlichkeit auf beiden Hälften der Netzhaut für die peripherischeren Theile noch mehr ausgesprochen; denn auf weissem Grunde wird der farbige Sector, selbst wenn er den ganzen Kranz (360°) einnimmt, bei 45° nach innen nicht erkannt (mit Ausnahme von Blau und Schwarz), während bei 45° nach aussen die Abnahme der Empfindlichkeit noch nicht gross ist: z. B. für Roth das 13fache, für Orange das 9fache beträgt u. s. w. (Tab. IV). Für Blau, welches bei 45° nach innen gesehen wird, nimmt die Empfindlichkeit ab um das 16,5fache, dagegen nach aussen nur um das 3,4fache, also fast 5mal weniger. Für die weniger peripherischen Theile ist diese Differenz kleiner, als im vorhergehenden Falle (Tab. I und V).

Die anderen Tabellen (II, III, VI, VII) zeigen dasselbe Verhältniss; im Allgemeinen kann man sagen, dass die erwähnte Differenz zwischen beiden Hälften der Netzhaut für die mehr peripherischen Theile auf schwarzem Grunde weniger ausgesprochen ist, als auf weissem; für die weniger peripherischen Theile aber ist sie annähernd dieselbe auf dem einen wie auf dem anderen Grunde.

4) Bei Vergleichung der Empfindlichkeit für Farben

mit der für Helligkeiten (d. h. für Weiss auf schwarzem oder für Schwarz auf weissem Grunde) auf beiden Theilen der Retina ergiebt sich, dass, obwohl die Empfindlichkeit für Licht ebenfalls auf der äusseren Hälfte schneller abnimmt, als auf der inneren, diese Differenz doch verhältnissmässig viel kleiner ist, als bei Farben: am meisten unterscheiden sich in dieser Beziehung Roth und Grün, am wenigsten Blau und Gelb, wie aus den Tabellen I, IV, V, VIII zu ersehen ist.

Die Empfindlichkeit für Licht (für Schwarz auf weissem Grunde), was der letzten Spalte der Tab. IV entspricht, im Centrum und auf der Peripherie der Netzhaut meines rechten Auges wurde schon früher von Dr. Gaine bestimmt, welcher die Resultate in seiner russischen Dissertation*) zusammengestellt hat. Dort sind auch die Beobachtungen an 4 weiteren Augen angeführt. Bei Wiederholung dieser Versuche auf meinem rechten Auge habe ich annähernd dasselbe Verhältniss für die Abnahme der Empfindlichkeit für Licht bekommen, wie Dr. Gaine, nur sind die Grössen des Sectors kleiner (Tab. IV); fast dasselbe zeigt auch mein linkes Auge (die letzte Spalte der Tab. VIII). Die Empfindlichkeit für Licht, durch die für Weiss auf schwarzem Grunde bestimmt, (die letzten Spalten der Tab. I und V) stellt hinsichtlich der Abnahme der Empfindlichkeit fast dasselbe Verhältniss dar, obgleich die Empfindlichkeit selbst bedeutend grösser ist; so z. B. zeigt die letzte Spalte der Tab. I, dass sie im Centrum $= \frac{1}{360}$ ist, bei 15° nach aussen $= \frac{1}{160}$, bei 30° $= \frac{1}{103}$ u. s. w.

---

*) „Ueber die Sehschärfe und Intensität der Licht-Empfindung auf der Peripherie der Netzhaut". St. Petersburg 1875. In Deutscher Sprache finden sich die Resultate in dem Aufsatze von Dr. Dobrowolsky und Dr. Gaine (Pflüger's Archiv 1876.)

5) Was die Abnahme der Empfindlichkeit für Farben auf den peripherischen Theilen der Retina betrifft, so ist sie verschieden für verschiedene Farben. Wenn man die Empfindlichkeit für Farben auf der äussersten Peripherie mit der des Centrums vergleicht, so ergiebt sich, dass sie für Blau am wenigsten abnimmt; so z. B. zeigt Tab. I und V, dass diese Empfindlichkeit bei 90° nach aussen nur um das 15fache abgenommen hat, während sie für Roth 116- und 142mal, für Orange 80- und 86mal, für Gelb 50- und 43mal, für Grün mehr als 360- und 432mal, und für Violett 53- und 64mal kleiner ist. Aus dem eben Angeführten sieht man also, dass nach Blau Gelb, dann Violett und Orange, nachher Roth und zuletzt Grün folgen.

Fast dieselbe Farbenreihe hinsichtlich der Abnahme der Empfindlichkeit zeigen die Tab. IV und VIII (auf weissem Grunde und Kranze): bei 75° nach aussen ist sie für Blau 14mal, für Gelb 40—50mal (mehr als für Violett, für das die Abnahme nur 17—20mal beträgt), für Orange 62—64mal, für Roth 64—67mal und für Grün 73- und 80mal kleiner als im Centrum.

Dasselbe zeigt sich auch in den anderen Tabellen (II, VI, III, VII).

6) Bei Vergleichung mit der Abnahme der Empfindlichkeit für Weiss auf schwarzem oder für Schwarz auf weissem Grunde (d. h. für Helligkeit) gleichfalls auf der äussersten Peripherie sehen wir, dass die Empfindlichkeit für Weiss (Tab. I und V, letzte Spalte) bei 90° nach aussen mehr abnimmt, als für Blau, aber weniger als für die anderen Farben: um das 26fache an einem Auge und um das 20fache am anderen, während die Empfindlichkeit für Blau nur um das 15fache sich vermindert.

Dasselbe gilt für die Abnahme der Empfindlichkeit für Schwarz (Tab. IV und VIII), nur ist sie hier grösser als für Blau und auch für Violett: bei 75° nach aussen

nimmt sie um das 27—28fache, für Blau um das 14fache, und für Violett um das 17—20fache ab.

Dabei ist zu bemerken, dass im inneren Theile des Gesichtsfeldes ein solches Verhältniss zwischen der endlichen Abnahme der Empfindlichkeit für Blau oder Blau und Violett einerseits und für Schwarz andererseits nicht existirt: die Empfindlichkeit für Schwarz nimmt viel weniger ab, als für die ersteren, abgesehen natürlich von anderen Farben: so z. B. vermindert sie sich im rechten Auge (Tab. IV) bei 45° nach aussen um das 9fache, im linken Auge (Tab. VIII) um das 8fache, für Blau aber im ersten und zweiten um das 16fache, und für Violett um mehr als um das 40fache. Dies hängt davon ab, dass die Abnahme der Lichtempfindlichkeit auf beiden Hälften der Netzhaut einen viel kleineren Unterschied darbietet, als die der Farben-Empfindlichkeit, wie schon früher erwähnt wurde. Auf schwarzem Grunde aber (Tab. I und V), d. h. bei Prüfung der Empfindlichkeit für Weiss ergiebt sich, obgleich die Empfindlichkeit in der inneren Sehfeldhälfte mehr abnimmt, als die für Blau, in der erwähnten Beziehung kein grosser Unterschied: im linken Auge (Tab. V) nimmt sie bei 45° nach innen um das 10fache ab, für Blau um das 6fache, am rechten Auge (Tab. I) für ersteres um das 8fache, für letzteres um das 7,5fache.

7) Was die Schnelligkeit der Abnahme der relativen Empfindlichkeit für Farben auf der Peripherie der Netzhaut betrifft (wiederum bei Rücksicht auf die endliche Abnahme in der äussersten Peripherie), so steht sie in Abhängigkeit von dem Grunde und von dem Kranze, auf welchem sich der farbige Sector befindet. So geht auf schwarzem Grunde und schwarzem Kranze die relative Abnahme der Empfindlichkeit viel schneller vor sich, als auf demselben Grunde, aber auf weissem Kranze. — Im ersten Falle ist die Empfindlichkeit bei 90° nach aussen (Tab. I) im Verhältniss zum Centrum kleiner:

für Roth 142mal, für Orange 80mal, für Gelb 50mal, für Grün mehr als 360mal, für Blau 15mal, und für Violett 64mal. Dasselbe zeigt sich auch am linken Auge (Tab. V).

Auf schwarzem Grunde mit weissem Kranze stellt sich dagegen diese Abnahme bei demselben Winkelgrade folgendermaassen dar: rechtes Auge (Tab. II): für Roth 23mal, für Orange 25mal, für Gelb 10mal, für Grün schwer zu bestimmen, aber jedenfalls viel weniger, als im vorhergehenden Falle; für Blau 4mal und für Violett 7mal. Am linken Auge dasselbe.

Diese Differenzen in der Schnelligkeit der Abnahme der Empfindlichkeit auf demselben Grunde, aber bei verschiedenem Kranze hängen davon ab, dass die Verschiedenheit des Kranzes auch eine erhebliche Differenz in der centralen Empfindlichkeit verursacht; so ist z. B. im rechten Auge die centrale Empfindlichkeit mit weissem Kranze — je nach der Farbe — um 7—30mal geringer, als mit schwarzem Kranze.

Obgleich die relative Empfindlichkeit mit schwarzem Grunde und Kranze schneller abnimmt, so ist doch umgekehrt die absolute viel geringer mit weissem Kranze und schwarzem Grunde (s. unten).

Die Differenz in der Abnahme der relativen Empfindlichkeit auf weissem Grunde und weissem Kranze, und auf weissem Grunde und schwarzem Kranze ist von derselben Art wie im vorhergehenden Falle auf schwarzem Grunde, d. h. wenn Grund und Kranz gleich sind, nimmt die Empfindlichkeit schneller ab, als wenn sie verschieden sind (Tab. IV und VIII); diese Differenz wird ebenfalls durch die Verschiedenheit der centralen Empfindlichkeit in beiden Fällen verursacht.

Da aber die Verschiedenheit des Kranzes auf weissem Grunde einen viel kleineren Unterschied in der centralen Empfindlichkeit verursacht, als auf schwarzem Grunde, so erscheint die erwähnte Differenz in der Ab-

nahme der Empfindlichkeit auf demselben nicht so gross, und ausserdem ist die absolute Empfindlichkeit bei beiden Kränzen annähernd gleich, was auf schwarzem Grunde, wie wir gesehen haben, nicht der Fall ist.

Bei Vergleichung der Empfindlichkeits-Abnahme auf schwarzem und weissem Grunde bei entsprechenden Kränzen (Tab. I und IV für rechtes, und Tab. V und VIII für linkes Auge) ergiebt sich, dass auf weissem Grunde die Empfindlichkeit schneller abnimmt, als auf schwarzem; z. B. ist sie im rechten Auge (Tab. I und IV) bei 75° nach aussen geringer: auf schwarzem Grunde: für Roth 32-, für Orange 20-, für Gelb 10-, für Grün 35-, für Blau 7-, für Violett 9mal; auf weissem Grunde aber: für Roth 67-, für Orange 62-, für Gelb 50-, für Grün 73-, für Blau 14- und für Violett 20mal.

8) Eine Verschiedenheit des Grundes verursacht auch eine solche in der Abnahme der Empfindlichkeit für Licht (wenn man die für Weiss und Schwarz so nennen kann); so nimmt auf weissem Grunde, also bei Prüfung der Empfindlichkeit für Schwarz, die letztere im Verhältniss zum Centrum schneller ab, als die für Weiss (bei der Versuchs-Anordnung auf schwarzem Grunde); z. B. nimmt sie am rechten Auge im ersten Falle (Tab. IV, die letzte verticale Spalte) bei 75° nach aussen um das 28fache, im zweiten (Tab. I) nur um das 13fache ab. Dabei ist auf schwarzem Grunde wie die relative, so auch die absolute Empfindlichkeit für Licht grösser.

9) Hinsichtlich der Abnahme der relativen Empfindlichkeit auf den übrigen Theilen der Netzhautperipherie (zwischen dem Centrum und der äussersten Peripherie) bleibt die Reihe der Farben dieselbe, wie bei dem Vergleich ihrer Abnahme auf der äussersten Peripherie. So tritt z. B. auf schwarzem Grunde (Tab. I und V) die geringste Abnahme auf für Blau, dann für Gelb und Violett, nachher für Orange, und die grösste

für Roth und Grün. Die Empfindlichkeit für Weiss nimmt langsamer ab, als die für die anderen Farben, wenigstens auf den dem Centrum näheren Abschnitten der Netzhaut; mit der Annäherung zur äussersten Peripherie wird diese Abnahme geringer, als bei anderen Farben, mit Ausnahme von Blau, wie es schon oben erwähnt wurde.

Dasselbe Verhältniss zeigen die Tab. II und VI, d. h. bei minimaler Sättigung der Farben auch auf schwarzem Grunde.

Auf weissem Grunde findet man sowohl bei minimaler Intensität (Tab. III und VII), als auch bei minimaler Sättigung der Farben (Tab. IV und VIII) dasselbe Verhalten in Bezug auf die Abnahme der Empfindlichkeit, nur wird hier diese Abnahme ähnlicher der für Blau und Gelb, wenigstens bei den ersten 15°—30° nach aussen.

10) Was jetzt den Charakter der Abnahme der Farbenempfindlichkeit betrifft, so ist diese am grössten in der äussersten Peripherie, wie es die Tabellen zeigen, mit Ausnahme vielleicht von Tab. II und VI, wo dies nicht deutlich ausgesprochen ist. So z. B. nimmt in Tab. I und V die Empfindlichkeit für alle Farben zwischen 75° und 90° (also in der Ausdehnung von 15°) mehr ab, als an irgend einem anderen Orte der Netzhaut bei demselben Winkel. Die Empfindlichkeit für Roth und Grün zeigt dann die grösste Abnahme um die Macula lutea, in der Ausdehnung der ersten 15 Grade vom Centrum aus; für Blau, Gelb und Violett aber erscheint die Abnahme der Empfindlichkeit auf dieser Stelle eher am geringsten im Vergleich mit den übrigen Theilen der Netzhaut. Orange steht in dieser Beziehung in der Mitte; die Empfindlichkeit für dasselbe nimmt annähernd gleichmässig ab, und nur weiter nach

der Peripherie wird diese Abnahme schneller; sie gleicht also am meisten dem Verlauf, welchen die Abnahme der Empfindlichkeit für Helligkeit nimmt, welcher, wie aus den Untersuchungen von Dr. Dobrowolsky und Gaine und auch aus den meinigen hervorgeht, ziemlich gleichmässig ist.

11) Im Vorhergehenden war die Rede von der relativen Empfindlichkeit für Farben auf der Peripherie der Retina, d. h. im Vergleich mit dem Centrum; jetzt betrachten wir die absolute Empfindlichkeit für Farben, d. h. die minimalen Grössen der Sectoren, welche noch im Stande sind, einen chromatischen Eindruck hervorzurufen. Die absolute Empfindlichkeit ist in der zweiten verticalen Spalte der Tabellen durch einen Bruch ausgedrückt.

Indem wir diese Brüche für verschiedene Farben miteinander vergleichen, finden wir die folgenden Werthe für die Farbenempfindlichkeit auf verschiedenen Stellen der Netzhaut. Der Bequemlichkeit wegen füge ich die folgende kleine Tabelle bei (aus Tab. I und V sind die Mittelwerthe genommen).

Aeussere Gesichtsfeldhälfte.

	Roth	Orange	Gelb	Grün	Blau	Violett	Weiss
0°	$\frac{1}{234}$	$\frac{1}{480}$	$\frac{1}{396}$	$\frac{1}{396}$	$\frac{1}{182}$	$\frac{1}{152}$	$\frac{1}{396}$
15°	$\frac{1}{85}$	$\frac{1}{264}$	$\frac{1}{264}$	$\frac{1}{138}$	$\frac{1}{140}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{182}$
30°	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{144}$	$\frac{1}{152}$	$\frac{1}{74}$	$\frac{1}{87}$	$\frac{1}{63}$	$\frac{1}{117}$
45°	$\frac{1}{26}$	$\frac{1}{74}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{1}{44}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{44}$	$\frac{1}{63}$
60°	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{48}$	$\frac{1}{31}$	$\frac{1}{43}$
75°	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{21}$	$\frac{1}{35}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{31}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$
90°	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	—	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{17}$

Innere Gesichtsfeldhälfte.

	Roth	Orange	Gelb	Grün	Blau	Violett	Weiss
15°	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{192}$	$\frac{1}{222}$	$\frac{1}{115}$	$\frac{1}{123}$	$\frac{1}{85}$	$\frac{1}{162}$
30°	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{91}$	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{67}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{93}$
45°	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{37}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{42}$

Diese Tabelle zeigt anschaulich die Empfindlichkeit für Farben auf den verschiedenen Theilen der Netzhaut: auf der äussersten Peripherie (90°) ist die Empfindlichkeit für Weiss (d. h. für Helligkeit) am grössten; zunächst dem kommt die für Blau, nachher die für Gelb, dann die für Orange, weiter die für Violett und Roth, und am geringsten ist die für Grün. Ein wenig näher zum Centrum (bei 75° nach aussen) erscheint die Empfindlichkeit am grössten für Gelb, dann kommt die für Weiss und Blau, am geringsten ist die für Roth.

Noch weiter nach dem Centrum, bis in seine nähere Umgebung (15°) bleibt die Empfindlichkeit am grössten für Gelb, am geringsten für Roth. Um die Macula lutea herum findet sich die grösste Empfindlichkeit für Orange und Gelb, die geringste für Roth, und an der Stelle des deutlichen Sehens: die grösste für Orange, dann die für Gelb, Grün und Weiss, nachher die für Roth, und die geringste für Blau und Violett.

Im inneren Theile des Gesichtsfeldes wird dasselbe Verhältniss bemerkt. Der scheinbare Widerspruch, dass die grösste Empfindlichkeit auf der äussersten Peripherie (nach dem Weiss) nicht für Blau, sondern für Gelb ist, wird dadurch erklärt, dass hier die Stelle 45° viel weiter von der Grenze der Peripherie entfernt ist, als dies im äusseren Theile des Sehfeldes der Fall ist.

Die anderen Tabellen zeigen annähernd dasselbe Verhältniss, d. h. dass die Empfindlichkeit im Centrum am grössten für Orange und am kleinsten für Blau und Violett ist; in der äussersten Peripherie aber ist sie am grössten für Weiss und Blau, dann folgt die für Gelb u. s. w., am geringsten ist die für Roth und Grün; in der Mitte ist sie am grössten für Gelb, am geringsten für Roth u. s. w.

Also bestätigen die mit Hülfe der Masson'schen Scheibe erhaltenen Resultate die Beobachtungen, welche über die Erkennbarkeit der Farben bei Verminderung der Lichtintensität gemacht wurden (Aubert, Landolt, Chodin), wonach unser Auge am meisten empfindlich ist für die Farben des mittleren Theiles des Spectrums (im Centrum), und wonach unter den extremen Farben seine Empfindlichkeit für Roth grösser ist, als für Blau.

Obgleich man, wie oben bemerkt wurde, auf die in den Tabellen befindlichen Zahlen kein grosses Gewicht legen kann wegen der Unzulänglichkeit der Beobachtungen, und hauptsächlich wegen der bedeutenden Schwierigkeiten, mit denen diese Untersuchungen verbunden sind (besonders der ausserordentlichen Schwierigkeit, den Anfang der Färbung des Kranzes zu bestimmen), so ist es doch möglich, daraus allgemeine Schlüsse über die Farbenempfindlichkeit auf der Peripherie der Netzhaut zu ziehen. Da aber auf diese Versuche (ausser anderen schwer zu bestimmenden Momenten) auch die Individualität der Augen ihren Einfluss übt, so ist zu wünschen, dass solche Versuche auch an anderen Augen wiederholt werden möchten.

Wenn die angeführten Versuche auch unzureichend sind, so bestätigen sie doch die fast von allen Autoren gemachte Beobachtung, dass Blau weiter als die anderen Farben auf der Peripherie der Netzhaut erkannt wird, und auch das von Manchen erwähnte Phänomen, dass

ein blaues Object fast eben so gut im peripherischen, als im centralen Sehen erkannt wird (natürlich bei kleiner Ablenkung des Auges. Dies wird verständlich, wenn wir bedenken, dass die Empfindlichkeit für Blau auf der Peripherie der Retina äusserst wenig abnimmt, so dass z. B. bei 15° vom Centrum sie sich annähernd nur auf $^1/_2$ vermindert, also in der nächsten Umgebung der Macula lutea fast gleich ist der im Centrum.

Wie aus diesen Versuchen zu ersehen ist, hängt der Umstand, dass die Empfindlichkeit des Auges (im Centrum) für Orange und für Gelb am grössten ist (was auch bei Verminderung der Lichtintensität gefunden wurde), davon ab, dass diese Farben die Netzhaut am stärksten erregen (was auch Aubert annimmt, und was noch viel früher von Newton ausgesprochen wurde), aber nicht von einer grösseren Intensität derselben, durch welche es Manche erklären wollen; denn erstens würden alsdann diese Farben auch auf der Peripherie der Netzhaut die grösste Empfindlichkeit darbieten, was nicht der Fall ist, besonders nicht für Orange; zweitens zeigt Blau, wenn auch sehr dunkel, die grösste Empfindlichkeit auf den peripherischen Theilen der Netzhauu, und drittens stellt Orange nicht die hellste Farbe dar, sondern steht an Helligkeit Gelb und Grün weit nach. Worauf diese Verschiedenheit des Centrums und der Peripherie der Netzhaut gegen Farben beruht, ist schwer zu sagen, und jedenfalls fordert die Frage über die Empfindlichkeit für Farben auf den peripherischen Theilen der Retina zu ihrer Lösung noch umständlichere und zahlreichere Untersuchungen, als die vorliegenden, welche nur als ein Versuch dazu zu betrachten sind.

Beitrag zur Therapie der Epitheliome auf der Corneo-Scleralgrenze.

Von

Dr. J. Schneider,
Assistenz-Arzt an der Prof. v. Welz'schen Augenklinik
in Würzburg.

Die Veröffentlichung des nachstehenden Falles dürfte wohl dadurch gerechtfertigt sein, weil es gelungen ist, eine maligne Neubildung auf der Bulbus-Oberfläche, die schon einmal recidivirt war, zu entfernen, ohne das Auge zu opfern.

A. D., 68 Jahre alt, Tage-Arbeiterin aus Dürrbach, tritt den 14. Mai 1875 in Behandlung wegen Erkrankung des rechten Auges. Dasselbe befindet sich in einem hochgradigen entzündlichen Zustande. Besonders klagt Patientin über heftige, reissende Schmerzen, welche die ganze rechte Kopfhälfte einnehmen, und die Tag wie Nacht gleich intensiv sind. Es zeigt sich nun ferner, dass nach unten aussen auf dem Bulbus ein birnförmiger Tumor aufsitzt; derselbe ist so gelagert, dass der grössere Theil auf der Sclera, der schmälere auf der Cornea liegt. Der grösste Durchmesser in der Länge beträgt 9 Mm., in der Breite 7 Mm. Die Oberfläche ist zerklüftet, warzig, von grauweisser Farbe. Die Basis der Neubildung bedeckt Conjunctivalgewebe, das eine grosse Anzahl von stark entwickelten Gefässen birgt, die zum grössten Theil fächerartig

nach der äusseren Lidcommissur hin ausstrahlen. Der Tumor fühlt sich hart, derb an und ist nicht verschiebbar. Die Cornea ist in nächster Umgebung desselben rauchig getrübt.

Aus den Angaben der Patientin geht hervor, dass die Geschwulst nach einem erlittenen Trauma entstanden sei; beginnend als kleines rothes Knötchen, habe es in der ersten Zeit keine Beschwerden verursacht, erst mit dem Wachsen seien die jetzt bestehenden Schmerzen aufgetreten.

Die Diagnose wird auf Epitheliom gestellt; die mikroskopische Untersuchung, welche Herr Privatdocent Dr. Ziegler an einer zu diesem Zwecke abgetragenen Partie der Neubildung vorzunehmen die Güte hatte, bestätigte dieselbe. Flächen- wie Längsschnitte zeigen in ausgezeichneter Weise die bekannten Bilder der Cancroidzwiebeln, resp. der Cancroidzapfen.

Die eingeleitete Therapie bestand in möglichst sorgfältiger Abtragung der Geschwulstmasse nebst darauf folgender Cauterisation; allein nach kurzer Zeit trat ein Recidiv auf; eine nochmalige Abtragung hatte denselben Erfolg. Die Neubildung wucherte im vergrösserten Maassstabe, auch die Schmerzen steigerten sich so, dass die Patientin, in der Hoffnung, von letzteren befreit zu werden, zur Herausnahme des Bulbus entschlossen war.

Herr Professor v. Welz, mein verehrter Chef, hatte nun die Güte, mir auf meine Bitte die Ausführung eines dritten Versuches zur Entfernung der Geschwulst mit Erhaltung des Bulbus anzuvertrauen.

Ich glaubte, denselben wagen zu dürfen in Anbetracht der früheren Mittheilungen von Knapp und Kaiser, und hoffte, durch practische Verwerthung der Ergebnisse, welche die Untersuchungen von Classen und Anderen über die Entwicklung des Epithelioms lieferten, einem Recidive vorzubeugen.

Die Möglichkeit eines günstigen Erfolges glaubte ich darin zu finden, wenn es einmal gelang, die Neubildung mit ihren Wurzeln aus noch gesundem Scleral- und Cornealgewebe auszuschneiden, dann denjenigen Bindehauttheil zu entfernen, welcher die abnorme Gefäss-Entwicklung zeigte, und endlich mittelst herbeigezogener Conjunctiva die in die Sclera und Cornea gesetzten Defecte möglichst zu decken.

Zur Erfüllung der Indicationen machte ich in der Bindehaut zwei nach aussen divergirende Schnitte in der Weise,

dass sich deren verlängerte Linien in dem Centrum der Cornea kreuzten. Es wurde dadurch ein dreieckiges Gebiet begrenzt, welches die Neubildung nebst der grössten Anzahl der Gefässe enthielt; nun wurde die Conjunctiva von ihrer Unterlage getrennt, und in einiger Entfernung vom Tumor schnitt ich in das Scleralgewebe ein, um so, allmälig tiefer gehend, unter den Boden der Neubildung zu kommen. Dieses gelang auch, und die Geschwulst wurde als Ganzes aus Sclera und Cornea ausgeschnitten, wobei die Sclero-Cornealgrenze den tiefsten Substanzverlust erlitt. Hierauf wurde die Conjunctiva nach allen Seiten hin, so weit als möglich, gelockert, und nach gestillter Blutung über den Defecten in Sclera und Cornea durch 5 tiefgreifende Nähte vereinigt. Die Reaction war wider Erwarten eine sehr geringe, bereits den 8. Tag nach der Operation konnte die Patientin entlassen werden.

Jetzt, nach 22 Monaten, ist der Befund des rechten Auges folgender: $H\frac{1}{36}$, $S=\frac{20}{40}$. Cornea wie Sclera zeigen leichte Vertiefungen an den Stellen, wo die Neubildung sass; jene in der Cornea ist leicht getrübt. Nicht die geringste Veränderung lässt bis heute ein Recidiv befürchten.

Wenn auch der vorliegende Fall zu einem glücklichen Resultate führte, so will ich damit keineswegs die Meinung aussprechen, dass ein solches bei allen Epitheliomen zu erreichen wäre; doch vermehrt er die geringe Zahl der bis jetzt bekannten Fälle, in denen ein von Epitheliom befallenes Auge im vorgerückten Stadium erhalten wurde, und es scheint mir dabei die sorgfältigste Entfernung des Gefässbodens und der durch Herbeiziehung der Conjunctiva auf die Unterlage bewirkte Druck maassgebend zu sein.

Ein Fall tätowirter menschlicher Hornhaut,

histologisch untersucht

von

Dr. Thaddäus Browicz,
Docenten an der Universität zu Krakau.

(Hierzu Taf. VI.)

Obwohl die Tätowirung der Hornhaut seit einigen Jahren vielfach ausgeübt wird, bietet sich dennoch selten Gelegenheit dar zur histologischen Untersuchung tätowirter menschlicher Hornhäute. Deshalb liegen, so viel mir bekannt, ausser den experimentellen Arbeiten von Archer (Archiv f. Ophthalm., 1874, S. 225) und Holm (Arch. f. experim. Pathologie, 1876, S. 256) keine derartigen Untersuchungen vor.

Einem glücklichen Zufall verdanke ich den Besitz einer tätowirten menschlichen Hornhaut, deren histologische Untersuchung ich eben veröffentliche.

Der Güte des Prof. Rydel, in dessen Behandlung der Kranke stand, verdanke ich nähere Details über diesen Fall, die ich in Kürze anführe.

K. K., 48 Jahre alt, wurde am 11. Mai 1873 in die hiesige Augenklinik wegen traumatischer Keratitis

suppurativa des linken Auges aufgenommen. Keratotomie nach Saemisch.

Am 15. Juni verliess der Kranke die Anstalt mit einer centralen, durchscheinenden Hornhautnarbe, die den grössten Theil der Pupille verdeckte.

Am 19. Januar 1874 kam er wieder in die Klinik. Diagnose: Cicatrix corneae sin. c. synech. anter. Mit $+ 24$ S $= \frac{3}{100}$, mit $+ 18$ entzifferte er einzelne Buchstaben Jäger's Nr. 13.

21. Januar: Iridectomie nach innen.

2. Februar: mit $+ 24$ S $= \frac{3}{40}$, mit $+ 18$ J. Nr. 12.

Vom 2. bis 16. Februar wurde in vier Sitzungen der vor der Pupille liegende, durchscheinende Theil der Narbe mit chinesischer Tusche tätowirt. Bedeutender Reizungs-Erscheinungen halber wurde weiteres Tätowiren aufgegeben.

7. April verliess derselbe die Klinik. S $= \frac{5}{20}$.

Ungefähr zwei Jahre hernach, im December 1875, starb derselbe im hiesigen Lazarus-Hospital an einem Herzleiden. Das der Leiche entnommene Auge bot folgendes Bild dar. Die Hornhaut-Oberfläche ausser einer postmortalen Trübung sonst völlig glatt und bis auf die erwähnte centrale Narbe durchsichtig, zeigte in der Mitte die $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mm. im Durchmesser haltende rundliche, tätowirte Stelle, die aus gruppenweise, unregelmässig dicht gelagerten, tiefschwarzen Punkten gebildet war. Zwischen diesen gruppenweise gelagerten Punkten liess sich bei Loupenvergrösserung an einigen Stellen das leicht schwärzlich tingirte Narbengewebe sehen. Die Umrisse der Tätowirungsstelle ziemlich scharf, dieselbe von der besonders nach oben hin sich er-

streckenden, weisslichen durchscheinenden Narbe umgeben.

Nach Eröffnung des Bulbus durch einen horizontalen Meridionalschnitt bot sich die hintere Hornhaut-Oberfläche uneben dar, mit zahlreichen, hyalinen drusigen Auflagerungen besetzt; die Iris an mehreren Stellen an die Cornea geheftet; Linse cataractös getrübt.

Die histologische Untersuchung der Cornea ergab folgenden Befund:

Die äussere Oberfläche der Cornea war mit einem gleichmässigen, geschichteten Epithelstratum bedeckt, dessen äussere Lagen aus abgeplatteten, die inneren aus rundlichen, mit grossem deutlichen Kerne versehenen Zellen bestanden (Taf. V, a).

Die Bowman'sche Membran fehlte an der Tätowirungs- resp. Narbenstelle. Sie endigte am Rande der Narbe mit einer konisch gestalteten Spitze (Taf. V, b), um welche herum das fibrös entartete Hornhautgewebe eine concentrische Schichtung darbot (Taf. V, c). Das unmittelbar unter dem Epithelbelag liegende Hornhautgewebe bestand aus fein fibrillärem Gewebe, das in parallel der Hornhaut-Oberfläche verlaufende Bündel geordnet war und in dessen Spalträumen, die von den unten erwähnten Pigment-Anhäufungen frei blieben, platte Zellen lagen. An einigen Stellen waren Spuren von Einstichskanälen bemerkbar, die in Gestalt von schmalen, schief von der Oberfläche in die Hornhaut hinziehenden Zügen wirbelartig zusammengerafften fibrösen Gewebes auftraten. Je tiefer gegen die hintere Oberfläche, desto normaler verhielt sich das Hornhautgewebe, dessen hintere Oberfläche nur an Anheftungsstellen der Iris narbige Einziehungen darbot, an welchen Stellen das Hornhautgewebe durch feinfaseriges fibröses Gewebe ersetzt war. Sonst war sowohl die Descemetische Haut, als auch ihr Endothel normal, welch letzterem die oben erwähn-

ten drusigen, aus feinkörniger Masse zusammengesetzten Auflagerungen anlagen. Mitten durch das Hornhautgewebe, meistentheils parallel zur Oberfläche, doch auch in schiefer Richtung (Taf. V, d) verliefen ziemlich zahlreiche Blutgefässe, von denen manche in die Nähe der Oberfläche reichten.

Innerhalb des so entarteten Gewebes lagerten die der Hornhaut imprägnirten Farbstoffpartikel theils feinkörnig in den oben erwähnten platten Zellen eingeschlossen (Taf. V, e), theils, und zwar die Hauptmasse derselben, in grösseren Ballen und Schollen in den Spalträumen zwischen den Gewebsbündeln. Die Pigmentschollen lagen theils vereinzelt, theils in grossen Haufen, von denen schmale Pigmentzüge in das umgebende Gewebe ausstrahlten (Taf. V, f).

Die oben als Spuren von Einstichskanälen gedeuteten Züge wirbelartig zusammengerafften fibrösen Gewebes waren dicht mit Pigmenthäufchen imprägnirt. Ausserdem fand sich hier und da körniges Pigment in den Wänden der die Hornhaut durchziehenden Blutgefässe, die an den Präparaten sämmtlich mit Blut vollgepfropft waren (Taf. V, d). An manchen Stellen befanden sich in der nächsten Umgebung der Gefässe, zuweilen dicht an der Wandung, Häufchen von Pigmentschollen. Im Lumen der Gefässe war nirgends Pigment zu finden.

Die Farbstoff-Anhäufungen nahmen nur die vordere Hälfte des Dickendurchmessers der Hornhaut ein; in den hinteren Hornhautlagen fanden sich nur äusserst vereinzelte Spuren davon. Die grösste Menge des Farbstoffs war in den unmittelbar unter dem Epithelstratum gelegenen fibrillären Schichten angehäuft; das Epithel selbst, wie zu erwarten war, gänzlich frei davon.

Wenn wir den eben mitgetheilten Befund mit den von Archer und Holm experimentell an Thier-Augen, namentlich Kaninchen- und Frosch-Augen, in Hinsicht

der Pigmentvertheilung aufgewiesenen Resultaten vergleichen, so stimmt derselbe im Grossen und Ganzen mit diesen völlig überein.

Der Umstand, dass bei diesen experimentellen Versuchen die ganze Hornhaut (der Dicke nach) von Pigment durchsetzt war, lässt sich wohl durch die geringere Dicke der Hornhaut der bei diesen Versuchen gebrauchten Thiere zur Genüge erklären.

Was die Pigment-Imprägnirung der Gefässwände anbelangt, dünkt es mir, dass dieselbe eher durch Aufnahme des Farbstoffs aus dem Lumen der Gefässe durch die Endothelzellen zu Stande komme, als von aussen durch Wanderzellen, indem der Farbstoff bei der unabsichtlichen, oder nach Holm's Vorschlag absichtlichen Lädirung der Gefässwand direct in das Lumen des Gefässes gelangend, unmittelbar mit den Endothelzellen in Contact geräth.

Beitrag zur Lehre vom Gesichtsfeld bei Säugethieren.

Von

Dr. Grossmann und Dr. Mayerhausen.

Für das menschliche Auge ist die Ausdehnung des Gesichtsfeldes sehr bequem mit dem Perimeter zu bestimmen. Wir kennen zur Genüge seine Grenzen nach allen Richtungen und wissen, dass es sich in der Horizontal-Ebene für jedes Auge ungefähr 100° temporalwärts und 60° medianwärts erstreckt. Es ergiebt sich hieraus für parallele Gesichtslinien ein binoculares Gesichtsfeld von $2 \times 60^0 = 120^0$, wobei jedes Auge einzeln noch 40° temporalwärts weiter reicht, im Ganzen mithin ein Gesichtsfeld von 200°. Ferner ist uns bekannt, dass die Gesichtslinie bei den meisten Menschen mit dem Loth auf der Mitte der Cornealbasis einen Winkel von durchschnittlich 5° bildet, Winkel γ genannt, und dass demnach beim Sehen in die Ferne die Hornhaut-Axen nach aussen gerichtet sind mit einer Divergenz von etwa 10°. Bei Hypermetropen kann dieser Winkel bis zu 16° steigen; bei Myopen pflegt er kleiner zu sein, kann sogar negativ werden.

Bei Thieren stösst die Bestimmung des monocularen und binocularen Gesichtsfeldes auf grosse Schwierigkeiten. Die beim Menschen angewandten Methoden sind hier nicht ausführbar. Und dennoch ist es in hohem Grade wünschenswerth, auch bei Thieren hierüber in einer aufsteigenden Reihe einige Kenntnisse zu erlangen, wodurch allein der Weg angebahnt werden kann zu einer Einsicht in die Genese dieser wichtigen Function. Es giebt Thiere, deren vereinigtes Gesichtsfeld in der Horizontal-Ebene einen vollständigen Kreis, 360° also, zu betragen scheint, während das binoculare Sehen vielleicht gänzlich fehlt. Bei anderen dagegen, so bei einigen Affen-Arten, scheinen die Grenzen des monocularen und des binocularen Gesichtsfeldes wenig von denen des Menschen abzuweichen, wie denn auch der Stand der Augen, wie er sich aus dem ∢ γ ergiebt, damit ziemlich genau übereinstimmt.

Diese Verhältnisse näher kennen zu lernen, stehen uns verschiedene Wege offen.

Was den Stand der Augen betrifft, so hat Johannes Mueller*) über die Divergenz der Axen an einer grossen Anzahl von Schädeln Untersuchungen angestellt. Er ging von der Voraussetzung aus, „dass bei Thieren die Ebene des Augenhöhlenrandes auch zugleich die Ebene ist, auf welcher die Axen der Augen senkrecht sind." Jede andere Methode, die Divergenz der Augen am lebenden Thier zu bestimmen, findet er viel unsicherer und schwieriger. In seinen Tabellen giebt er uns die Convergenz C der genannten Ebenen; zieht man diesen Werth von 180° ab, dann soll man die Divergenz der Augen-Axen finden. In allen Wirbelthierklassen fand er

---

*) Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. Bonn 1826. S. 142.

übrigens die Resultate sehr auseinandergehend. Unter den Säugethieren ergaben sich z. B. bei den Affen Winkel von 105°—158°, bei den Fledermäusen 52°—92°, bei den Raubthieren 84°—114°, bei den Edentaten 6°—71°, bei den Wiederkäuern 42°—63°, bei den Cetaceen 15°—39°. Unter den Vögeln fanden sich Winkel von 10° (bei Buceros excavatus) bis 74° (bei der Eule), unter den Reptilien: 43°—73° bei den Schildkröten, 22°—39° bei den Schlangen; bei den Fröschen 23°—87°; unter den Fischen Winkel von 0°—82°. Selbst bei Arten derselben Gattung und bei Varietäten derselben Art kamen grosse Unterschiede vor: bei Cervus 43°—63°, bei Phoca 61°—113°, bei Hyla 23°—70°, bei Cyprinus 23°—48°, bei Hunden 83°—105°. — Auch die Bestimmungen von Leuckart*), welcher Müller's Voraussetzung anerkennt, gaben Resultate, welche mit denen Müller's übereinstimmen, nur sich in engeren Grenzen bewegen.

Bei sehr vielen Thieren convergiren die Ebenen der Orbitalränder zugleich nach oben, bei einzelnen, wie bei den Cetaceen und Seeschildkröten, nach unten. Auch diese Winkel hat Müller gemessen und auch hierbei ganz enorme Unterschiede gefunden, bei Papageien 67°—160°, bei der Gattung Hyla 0°—109°, bei Cyprinus 49°—145° u. s. w. — Wo dieser Winkel gross ist, kommt es auf die Richtung an, in welcher man den nach vorn gebildeten Winkel messen soll. Müller giebt bei horizontalem Stand des Kopfes auch den Schenkeln des Goniometers eine horizontale Richtung. Ob der horizontale Stand genau zu bestimmen ist und ob damit ein richtiges Resultat erhalten worden, möchten wir bezweifeln. Ausserdem kommen grosse individuelle

---

*) Organologie des Auges, im Handbuch von Graefe und Saemisch, Bd. II, 1, S. 162.

Schwankungen vor, bei denen, wie schon Müller annahm und Leuckart bestimmt aussprach, das Lebensalter des Thieres im Spiele ist. Als Beleg für derartige Verschiedenheiten mögen hier einige Messungen folgen, welche wir an Schädeln des Utrechter zoologischen Museums vornahmen:

Name.	Convergenz der Orbitalrand-Ebenen nach Joh. Müller	Convergenz der Orbitalrand-Ebenen nach eigen. Messung
Simia satyrus	147°	175°
Lemur mongoz	115°	—
Lemur albifrons	—	88°
Jacchus vulgaris . . .	—	110°
Hapale Jacchus	105°	—
Canis lupus	110°	90°
Felis leo	112°	135°
Felis catus domesticus .	105°	120°
Halmaturus giganteus . .	47°	45°
Cavia cobaya	40°	70°
Lepus cuniculus	31°	40°
Mus rattus (albus) . . .	41°	—
Mus musculus (albus) . .	41°	50°
Elephas africanus . . .	49°	65°
Hippopotamus niger . .	79°	80°
Camelus dromas	52°	50°
Equus caballus	42½°	78°

Mit diesen Resultaten kann man sich nicht begnügen. Erklärt auch Joh. Mueller, dass jede Methode, die Divergenz der Augen bei lebenden Thieren zu messen, viel unsicherer und schwieriger sei, so glaubten wir doch, es versuchen zu müssen. Gleichzeitig wünschten wir in Verband mit der Divergenz der Augen-Axen noch andere Bestimmungen vorzunehmen, für die uns kein anderer Weg offen stand.*)

*) Wenn man an ein und demselben Individuum den Stand der Augen-Axen während des Lebens bestimmt und nach dem Tode den Winkel C misst, wird man sich auch vergewissern können, in wie fern die Müller'sche Voraussetzung richtig ist.

Wir geben hier der Reihe nach die für verschiedene Zwecke angewandten Methoden mit den jedesmaligen Resultaten.

I. Zuerst wurde der Hornhautbogen gemessen. Bei vielen Thieren ist es nicht schwer, den Winkel zu bestimmen, welchen die auf den beiden Hornhautgrenzen im horizontalen Meridian errichteten Normalen mit einander bilden; und damit ist der Bogen bekannt. Die Methode beruht darauf, dass ein Lichtstrahl, welcher nach der Reflexion zur Lichtquelle zurückkehrt, mit dem Krümmungsradius des reflectirenden Spiegeltheiles zusammenfällt. Sie giebt uns ein Mittel an die Hand, die Richtung der Krümmungsradien der Cornea für jeden Punkt ihrer Oberfläche zu bestimmen.

Fig. 1.

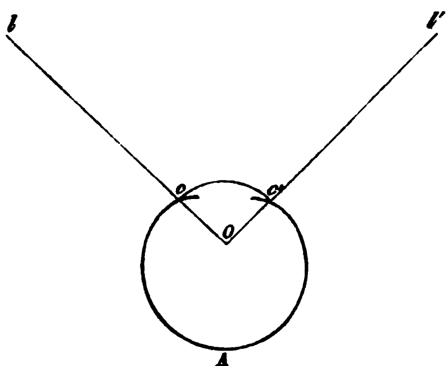


Fig. 1 stellt das untersuchte Auge vor: In l befindet sich eine Gasflamme. Gebraucht man als Brenner ein spitz zulaufendes Glasrohr, so kann man durch den unteren blaugefärbten Theil der Flamme hindurch das Reflexbild auf der Hornhaut sehr gut unterscheiden. Während das beobachtete Auge ruhig bleibt, bringt man die Flamme

so weit nach aussen, bis das Reflexbildchen an der äussersten Grenze der Hornhaut sichtbar wird. Gleichzeitig geschieht dasselbe durch einen zweiten Beobachter mit einer Flamme, die sich in l' befindet: l c und l' c' sind dann die Richtungen der Grenzradien der Hornhaut in dem betreffenden Meridian. Der Winkel, den sie bilden, wurde gefunden, indem das Auge mit dem Krümmungsmittelpunkt o so genau als möglich unter ein Loth gebracht wurde, das sich senkrecht über dem Drehpunkt der beweglichen Arme von Snellen's Ophthalmotropometer*) befand, während die Gasbrenner an den beweglichen Armen des Instrumentes befestigt waren.

Nahm man ruhige Augenblicke wahr, so wurden auf diese Weise sehr übereinstimmende Werthe erhalten. Der Abstand der Flammen vom Auge war verhältnissmässig gross, die Resultate also hinreichend genau, auch wo o nicht vollkommen zusammenfiel mit dem Mittelpunkt des Bogens, von welchem abgelesen wurde. Nach dieser Methode wurde beim Menschen und bei verschiedenen Thieren theils im Utrechter physiologischen Laboratorium, theils mit einem auf demselben Princip beruhenden, etwas vereinfachten Apparate in den zoologischen Gärten von Amsterdam und Rotterdam**) eine Anzahl Bestimmungen vorgenommen. Wir fanden so:

---

*) Graefe und Saemisch, Bd. III, S. 236.

**) Den Herren Directoren Westermann und van Bemmelen sei für ihre grosse Liberalität und bereitwillige Unterstützung unser aufrichtiger Dank gebracht.

Name.	Hornhautbogen.	
	Rechtes Auge	Linkes Auge
Homo No. 1	86°	87°
„ „ 2	78°	76°
„ „ 3	84°	84°
„ „ 4	80°	82°
„ „ 5	78°	79°
„ „ 6	74°	76°
Simia satyrus	82°,6	82°,6
Semnopithecus entellus .	90°	90°
Cercopithecus fuliginosus	82°	82°
Cercopithecus callitrichus	82°	82°
Innuus nemestrinus . .	85°	85°
Macacus carbonarius . .	82°	82°
Cynocephalus niger . . .	84°	84°
Macacus cynomolgus . .	85°	85°
Jacchus vulgaris . . .	80°	80°
Lemur mongoz	100°	100°
Felis domestica	99°	95°
Canis familiaris	100°	96°
Capra hircus	90°	90°
Cavia cobaya	105°	107°
Lepus cuniculus	112°	112°
Id. var. alba	104°	102°
Mus rattus, var. alba . .	110°	110°
Mus musculus, var. alba .	130°	125°
Halmaturus Benetti . .	110°	110°
Rana temporaria . . .	107°	105°

Im Allgemeinen sind die Bögen bei demselben Individuum beiderseits gleich. Die Messung kann mit ziemlicher Genauigkeit geschehen: Unterschiede von 2°, wie sie beim Menschen beobachtet wurden, können von minder scharfer Begrenzung zwischen Hornhaut und Sclera abhängig sein; einzelne bei Thieren gefundene Unterschiede vielleicht von Bewegungen der Augen.

Aus diesen Bestimmungen erhellt, dass der Hornhautbogen beim Menschen wohl am kleinsten ist, nämlich 74°—86°, im Mittel 80,33°. Bei den Affen beträgt er 80°—90°, im Mittel 83,6°, bei den Halb-Affen (Lemur mongoz) beträgt er schon 100°; bei den Ferae hat er ungefähr denselben Werth, und steigt bei den Nagethieren auf 105°—130°, im Mittel 111,7°. Verhältnissmässig klein wird er bei Capra Hircus gefunden.

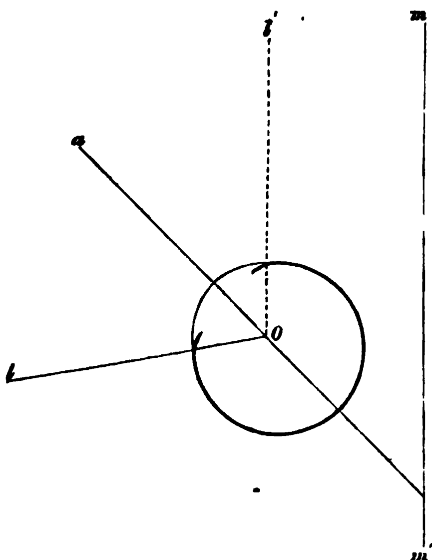
In wie fern der Hornhautbogen Bedeutung hat für die Ausdehnung des Gesichtsfeldes, werden wir später untersuchen.

II. Bei der Bestimmung des Standes der Augen gehen wir von der Annahme aus, dass die Hornhaut symmetrisch ist mit der Axe in der Mitte. Dann haben wir diese Axe zu suchen in der Mitte zwischen den beiden Grenzradien. Beim Menschen und beim Kaninchen erschien uns diese Annahme als hinreichend genau für unseren Zweck.

Einige Thiere, wie Kaninchen und Frosch, halten die Augen besonders ruhig. Die Kaninchen setzten wir in einen Kasten, aus dem nur der Kopf hervorsah, und sahen dann oft genug während einer Viertelstunde nicht die geringsten Augenbewegungen.

Bei diesen Thieren kann man den Winkel zwischen Hornhaut-Axe und Median-Ebene hintereinander auf jeder

Fig. 2.



Seite für sich messen und hat dann aus der Summe dieser Winkel die Divergenz der Hornhaut-Axen. Bei Thieren mit lebhafterer Augenbewegung hingegen müssen die Bestimmungen durch zwei Beobachter gleichzeitig an beiden Augen gemacht werden.

Wo es möglich war, wurde der Kopf, und damit die Median-Ebene, festgestellt (Fig. 2, m m'). Mit dem einen Arm des Instrumentes wurde dann die Richtung des äusseren Grenzradius l o bestimmt, während der andere Arm l' o parallel zu m m' gestellt wurde.*) Damit war der Winkel l o l' bekannt, und man brauchte davon nur den halben Hornhautbogen l o a abzuziehen, um den Winkel a o l' zu finden, den Winkel zwischen Hornhaut-Axe und Median-Ebene. Dieselbe Messung geschah gleichzeitig an beiden Seiten. Aus der Summe der gefundenen Winkel ergab sich der Divergenzwinkel der Hornhaut-Axen.

Auf diese Weise erhielt man folgende Werthe:

Name.	Divergenz	Hornhaut-bogen.
Felis domestica	45°	97°
Canis familiaris	56°	98°
Cavia cobaya	140°	106°
Lepus cuniculus	153°	112°
Lepus cun., var. alba . .	170°	103°
Mus rattus, var. alb. . .	144°	110°
Mus musculus, var. alb. .	142°	127,5°
Capra Hircus	90°	90°
Rana temporaria . . .	121°	106°

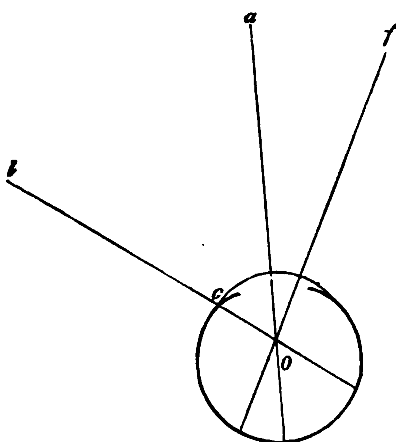
Wir machen hier vorläufig darauf aufmerksam, dass bei den Nagethieren mit ihrem grossen Hornhautbogen zugleich die Hornhaut-Axen sehr stark divergiren.

---

*) In der Figur fällt zufällig diese Parallele l' o mit dem inneren Grenzradius zusammen, mit dem sie selbstverständlich nichts zu thun hat.

III. Gelang es, die Thiere fixiren zu lassen, so konnte der Winkel zwischen der Gesichtslinie und der Hornhaut-Axe, der $\sphericalangle\ \gamma$, mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden. Beim Menschen beträgt er, wie wir sahen, im Mittel 5°, so dass beim Sehen in die Ferne die Hornhaut-Axen unter einem Winkel von 10° divergiren. Bei den Thieren ist γ im Allgemeinen grösser als beim Menschen. Zur Messung war es genügend, für das eine oder andere Auge einen Grenzradius (Fig. 3, l c) und zugleich die Richtung, in welcher das fixirte Object f sich befand, zu bestimmen. Von dem so gefundenen

Fig. 3.



Winkel l o f wurde dann die Hälfte des bekannten Cornealbogens abgezogen und $\sphericalangle\ \gamma = \sphericalangle$ a o f gefunden. Je weiter Flamme und Fixations-Object vom Auge entfernt, um so grösser die Genauigkeit.

So gut nun auch diese Methode ist, so hatte sie den Nachtheil, dass bei Anwendung des Ophthalmotropometers die meisten Thiere nicht zur Fixation zu bringen sind. Nur ein kleiner Hund fixirte gut, und bei

ihm war $\sphericalangle\gamma = 26^{0}$. Es musste also von der Anwendung dieses Instrumentes Abstand genommen werden. An Stelle desselben nahmen wir ein einfaches Stäbchen, an welchem zwei Fäden befestigt waren, deren einer (Fig. 3, o l) mit einem Flämmchen, der andere (o f) mit einer Lockspeise verbunden war.

Der Stift wurde dicht über das eine Auge gehalten möglichst genau über o. In dem Augenblick, wo das Thier fixirte, wurde die Flamme in die Richtung des äusseren Grenzradius (l c) gebracht und auf einem am Stifte befestigten Gradbogen der Winkel der beiden gespannten Fäden abgelesen. Von diesem Winkel brauchte man nur wieder den halben Hornhautbogen l o a abzuziehen, um $\sphericalangle\gamma$ zu erhalten. An einer Anzahl kleinerer Thiere, deren Kopf ziemlich ruhig gehalten werden konnte, wurden die Bestimmungen auf diese Weise ausgeführt.

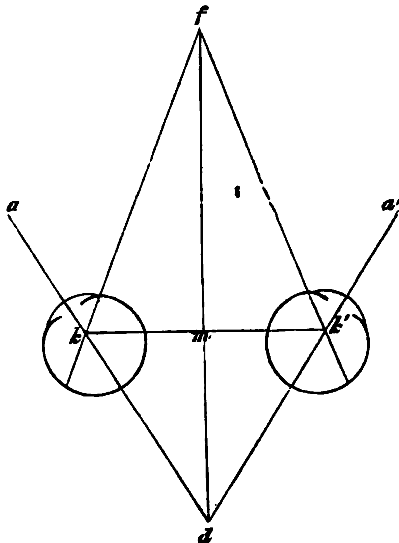
Name.	$\sphericalangle\gamma$
Simia satyrus	5,8°
Semnopithecus entellus .	15°
Cercopithecus fuliginosus	6°
Cercopithecus callitrichus	6°
Innuus nemestrinus . .	9°
Macacus carbonarius . .	9°
Macacus cynomolgus . .	7°
Cynocephalus niger . . .	13°
Jacchus vulgaris	30°
Lemur mongoz	15°
Halmaturus Benetti . .	38,5°

Jeder dieser Werthe ist das Mittel aus einer Reihe von Messungen, die unter einander wenig abwichen, so dass sie an Genauigkeit sicherlich wenig zu wünschen übrig lassen.

Bei vielen Thieren war indessen auch diese Methode noch nicht anwendbar. Manche lassen sich zwar ganz gut halten, aber die Hornhaut ist theilweise von den

Augenlidern bedeckt, und entblösst man sie dennoch gewaltsam, so wird in den meisten Fällen das geängstigte Thier nicht zur Fixation zu bringen sein. Bei anderen Thieren wiederum konnte von einer Annäherung aus leicht begreiflichen Gründen nicht die Rede sein. In all diesen Fällen blieb uns kein anderes Mittel übrig, als das durch die Flamme hindurch beobachtete Reflexbild einfach durch Schätzung in die Mitte der Cornea zu bringen. Nach einiger Uebung gelang dies mit ausreichender Genauigkeit, wie sich aus der Vergleichung der Resultate von solchen Fällen ergab, bei denen beide Methoden anwendbar waren. Die letztere wurde insbesondere angewandt bei grossen Säugethieren, welche deutlich binocular fixirten. Bei diesen konnte dann auch $\sphericalangle \gamma$ bestimmt werden. Wo der Stift mit den beiden Fäden nicht anwendbar war, wurde die Lockspeise je nach Umständen auf das Drei-, Fünf-, oder Zehnfache der Augendistanz entfernt gehalten, möglichst genau in

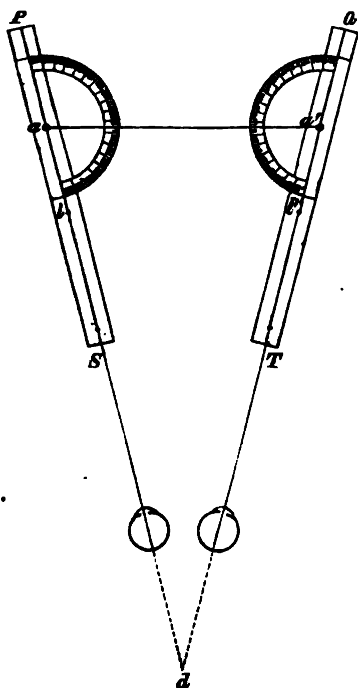
Fig. 4.



die Median-Ebene, und wurden nun die Richtungen der auf der Mitte der Cornea Normalen rechts und links gleichzeitig bestimmt, in der Regel, während die Thiere deutlich fixirten.

In Figur 4 seien k und k' die Knotenpunkte der Augen, f m d der Durchschnitt der Median-Ebene, k m also der halbe Abstand von k und k'. In f befinde sich das fixirte Object. Dann ist in dem Dreieck k m f die Linie k m = tg k f m. Folglich, da k m und m f messbar sind, ist der Winkel k f m, der halbe Convergenzwinkel der Gesichtslinien μ, bekannt. Wird zugleich der Divergenzwinkel a d a = 2 δ noch bestimmt, dann kennt man γ, da $\sphericalangle$ a k f = $\mu + \delta$. Um bei den Thieren, die eine allzu grosse Annäherung nicht erlaubten, diesen Winkel a d a' zu finden, wurden die Lichtquellen l und l' (Fig. 5) auf zwei Holzschienen P S und Q T befestigt; a und a' wurden durch einen Faden verbunden, welcher, bei a fest, bei a' durch ein Loch der Holzschiene lief und bei jedem beliebigen Stand der Schienen gespannt werden konnte. Ausserdem war auf jeder Schiene an den mit S und T bezeichneten Punkten ein senkrechter Metallstift, angebracht, um das Visiren in der

Fig. 5.



Richtung a l S und a′ l′ T zu ermöglichen. War der Faden gespannt, so wurden auf den Gradbögen die Winkel a a′ d und a′ a d abgelesen, die ihren Scheitelpunkt in a und a′ hatten und deren Nullpunkt mit a d resp. a′d zusammenfiel. Richtet man nun die Schienen so, dass man, durch die Flammen hindurch visirend, ihre Reflexbildchen in der Mitte der resp. Hornhäute sich mit den metallenen Stiften in S und T decken sieht, so findet man den Divergenzwinkel der Hornhaut-Axen a d a′, wenn man die Winkel a a′ d und a′ a d von 180° abzieht.

Nach dieser Methode erhielten wir:

Name.	Halber Divergenz-∢		$\gamma = \delta + \mu$
	δ', ohne Fixation.	δ, mit Fixation.	
Felis leo		31°	21,5°
Felis Tigris		20°	16,5°
Felis Leopardus		29°	20,5°
Canis lupus	40°		
Ovis stertopygos		95°	57°
Cervus dama		96°	57,5°
Camelus dromas		120°	69,5°
Auchenia Lama		110°	64,5°
Hippopotamus niger . .	105°		
Equus caballus	120°	112°	65,5°
Equus Mulus		112°	65,5°
Elephas africanus . . .		104°	61,5°

Diese Methode, die übrigens recht befriedigende Werthe ergab, konnte leider nur bei einer geringen Anzahl von Thieren angewandt werden. Je grösser nämlich ∢ δ wird, um so mehr nähert der Faden a a′ sich dem Kopfe des Thieres; häufig genug treten aber auch die Wände der Käfige den Messungen hindernd entgegen. In der folgenden Tabelle haben wir sämmtliche Messungen übersichtlich zusammengestellt.

Name.	(180 — 2 γ') Schädelmessung		Cornealbogen.	Divergenz $= \gamma'$		Rel. Abstand v. Fixirpunkt.	γ	γ'
	Joh. Müller	Eigene		ohne Fixation	mit Fixation			
Homo					10°	∞	5°	
Simia satyrus	147°	175°	82,6°		7,6°	20	5,8°	
Semnopithecus entellus			90°		24°	15	15°	
Cercopithecus fuliginosus			82°		6°	15	6°	
Cercopithecus callitrichus			82°		6°	15	6°	
Innuus nemestrinus			85°		12°	15	9°	
Macacus cynomolgus			85°		8°	15	7°	
Macacus carbonarius			82°		12°	15	9°	
Cynocephalus niger			84°		20°	15	13°	
Cynocephalus Mormon	155°							
Hapale Jacchus	105°							
Jacchus vulgaris		110°	80°		54°	15	30°	
Lemur mongoz	115°		100°		24°	15	15°	
Lemur albifrons		88°						
Felis leo	112°	135°			31°	10	21,5°	
Felis Tigris					20°	10	16,5°	
Felis Leopardus					20°	10	20,5°	
Felis domestica	105°	120°	97°	45°				22,5°
Canis lupus	70°	90°		40°				20°
Canis familiaris	88°		98°	56°	40°	5	26°	28°
Ovis Aries	130°							
Ovis stertopygos					95°	3	57°	
Capra Hircus		140°	90°	90°	98°			45°
Cervus dama	137°				96°	3	57,5°	
Camelus dromas	52°	50°			120°	3	69,5°	
Auchenia Lama		120°			110°	3	64,5°	
Hippopotamus niger	79°	80°		105°				52,5°
Equus caballus	42,5°	78°		120°	112°	3	65,5°	60°
Equus Mulus					112°	3	65,5°	
Elephas africanus	49°	65°			104°	10	61,5°	
Mus musculus, var. alba	41°	50°	127,5°	142°				71°
Mus rattus, var. alba	41°		110°	144°				72°
Cavia cabaya	46°	70°	106°	140°				70°
Lepus cuniculus	31°	40°	112°	153°				76,5°
Lepus cuniculus, var. alba			104°	170°				85°
Halmaturus giganteus	45°	47°						
Halmaturus Benetti			110°	71°				35,5°
Rana temporaria			106°	121°				60,5°

Die erste Columne enthält die von Johannes Müller und von uns bestimmten Convergenzwinkel der Orbitalrand-Ebenen. Senkrecht darauf sollten die Hornhaut-Axen stehen (nach der oben erwähnten Voraussetzung). Der Divergenzwinkel der Hornhaut-Axen $= 2\gamma'$

ist also das Supplement zu dem Winkel, unter welchem die Orbitalrand-Ebenen einander schneiden.

Die zweite Spalte giebt den aus den Grenzradien abgeleiteten Cornealbogen im horizontalen Meridian. In der dritten Columne steht die Divergenz der Hornhaut-Axen ohne und mit Fixation. Wo Fixation vorhanden war, sahen die Augen nach einem Punkt, der in der Median-Ebene lag, und zwar beim Menschen allein auf unendlichen, bei allen übrigen Thieren auf endlichen Abstand, der in Columne 4 angegeben ist; die Ziffern drücken diesen Abstand aus als Vielfaches der betreffenden Augendistanz des untersuchten Thieres. Hieraus lässt sich der Winkel zwischen Hornhaut-Axe und Gesichtslinie berechnen. Beim Menschen ist er (für den Blick in die Ferne) gleich der Hälfte des Divergenzwinkels; bei den Thieren muss die Hälfte des Convergenzwinkels der Gesichtslinien dazugefügt werden; bei Convergenz auf einen Punkt, der um die funfzehnfache Augendistanz entfernt ist, beträgt der Convergenzwinkel beispielsweise fast 6°. Wir finden also beim Menschen $\gamma = \frac{10}{2}$, bei Semnopithecus entellus $\gamma = \frac{24}{2} + \frac{6}{2} = 15^{\circ}$. Auf diese Weise sind alle Werthe von γ in der Tabelle berechnet. — War überhaupt keine Fixation zu bekommen, so nahmen wir für unsere Messungen die Gesichtslinien parallel an, wenn anders bei diesen Thieren von Gesichtslinien die Rede sein kann. Der halbe Divergenzwinkel ist dann, wie beim Menschen, der Winkel zwischen Hornhaut-Axe und Gesichtslinie. Da es indessen immerhin unsicher war, ob die Gesichtslinien während der Messung genau parallel standen, haben wir den so gefundenen Winkel als γ' von γ unterscheiden zu müssen geglaubt. In einzelnen Fällen wurde der Divergenzwinkel der Hornhaut-

Axen mit und ohne Fixation bestimmt; es liessen sich dann beide Winkel, γ und γ', berechnen. Bei Canis familiaris sind sie ziemlich gleich, zeigen jedoch im Ruhezustand eine kleine Divergenz, wie sie auch wohl beim Menschen vorkommt; beim Pferd hingegen, wo γ kleiner ist als γ', eine geringe Convergenz, die vielleicht vorübergehend war.

Bevor wir untersuchen, was für Folgerungen aus den gethanen Bestimmungen für das Gesichtsfeld abzuleiten sind, müssen wir nach der Bedeutung des Cornealbogens fragen. Es ist klar, dass der Winkel, den eine an den Hornhautrand gelegte Tangente mit der Hornhaut-Axe bildet, unter welchem man die Cornea von der Seite her überhaupt noch sieht und unter dem auch noch Strahlen in sie eindringen, von diesem Bogen abhängig ist. Die Annahme liegt also nahe, dass caeteris paribus mit der Grösse dieses Bogens sich das Gesichtsfeld auch weiter erstreckt. Wir haben gesehen, dass beim Menschen der halbe Hornhautbogen nur 40° beträgt, während das Gesichtsfeld nach aussen sich 95°, also 55° über den äusseren Grenzradius hinaus erstreckt. Bei Mus musculus steigt der Hornhautbogen auf 127,5°. Darf man daraus schliessen, dass, wie dieser Bogen, so auch das Gesichtsfeld sich beinahe 24° weiter (von der Hornhaut-Axe ab gerechnet) ausdehnt, als beim Menschen? Der Bau des Auges muss hierauf die Antwort geben; man wird untersuchen müssen, unter welchem Winkel mit der Hornhaut-Axe noch Bilder auf der Netzhaut zu Stande kommen, wie dies vor wenigen Jahren Landolt und Nuël*) an dem enucleirten Kaninchen-Auge gethan haben. Beim Kaninchen beträgt der Hornhautbogen im Mittel 108°, also 28° mehr als beim

*) Dr. E. Landolt und Dr. Nuël in v. Graefe's Archiv, Bd. XIX, Abth. 3, S. 305.

Menschen; ist die Voraussetzung richtig, dann muss das Gesichtsfeld sich bis auf $95^{0} + 14^{0} = 109^{0}$ von der Hornhaut-Axe aus erstrecken.

Landolt und Nuël fanden indessen, dass die Bilder, welche durch die Sclerotica (des albinotischen Kaninchen-Auges) hindurchscheinen, wenn die Augen-Axe vollkommen vertical und die Pupillar-Ebene etwas über den Objecten steht (das einfallende Licht also einen Winkel von über 90^{0} mit der Axe bildet), sehr peripherisch etwa in der Gegend der Ora serrata liegen.

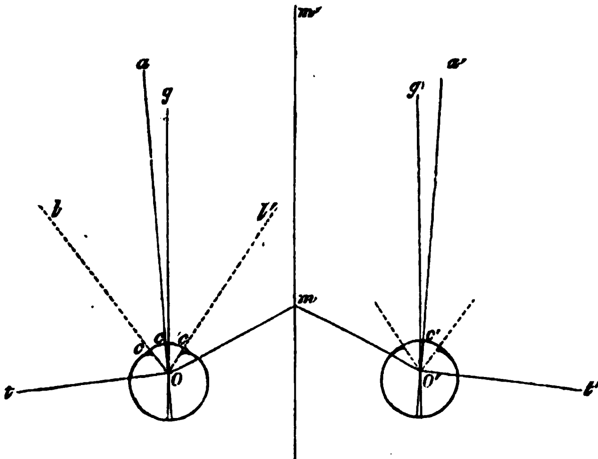
Hieraus darf man ableiten, dass unter einem Winkel von mehr als 95^{0} beim Kaninchen wohl kein Netzhautbild mehr zu Stande kommt, und da wird auch beim Menschen sowohl für das Gesichtsfeld als für das Durchscheinen der Scleroticabilder die Grenze gefunden.*) Es ist gewiss wünschenswerth, dass bei einer grösseren Anzahl von Thieren die Beziehung zwischen dem Hornhautbogen und der Ausdehnung des Gesichtsfeldes untersucht wird; aber nach dem negativen Resultat am Kaninchen-Auge müssen wir diesen Bogen vor der Hand ausser Rechnung lassen. Ist er für die Grösse des Gesichtsfeldes wirklich ohne Bedeutung, so bewirkt er doch jedenfalls, dass die peripheren Theile der Netzhaut bei grösserem Cornealbogen unter sonst gleichen Verhältnissen mehr Licht durch die Pupille empfangen.

Lassen wir also die Grösse des Hornhautbogens ausser Betracht und sehen wir zu, was aus den gethanen Messungen für das Gesichtsfeld bei Thieren abzuleiten ist. Wir gehen hierbei aus von dem Gesichtsfeld des menschlichen Auges, bei welchem die Untersuchung mit dem Perimeter eine mehr directe Bestimmung erlaubt. Figur 6 stelle das menschliche Gesichtsfeld vor,

*) Vergleiche: Donders, die Grenzen des Gesichtsfeldes in Beziehung zu denen der Netzhaut. v. Grafe's Archiv f. Ophth., Bd. XXIII, 2, S. 264 ff.

und zwar im horizontalen Meridian beim Blick in die Ferne. Die Gesichtslinien g o und g' o' seien parallel; die Hornhaut-Axen a c und a' c' bilden dann, ungefähr in o, mit den Gesichtslinien einen Winkel von 5° und divergiren mithin um 10°; l o und l' o sind die Grenzradien der Cornea, an jeder Seite einen Winkel von 40° mit a o bildend; t o und t' o' sind die temporalen,

Fig. 6.



m o und m o' die medianen Grenzlinien des Gesichtsfeldes. Sie bilden Winkel von 95° resp. 65° mit der Hornhaut-Axe, so dass das monoculare Gesichtsfeld sich in horizontaler Richtung über 160° ausdehnt, wovon nach jeder Seite 60° (∢ g o m und ∢ g' o' m) zusammenfallen, so dass das binoculare Gesichtsfeld 120° beträgt.

Der Unterschied bei den Gesichtsfeldern vom Menschen und von fixirenden Thieren ist besonders abhängig von ∢ γ. Beim Menschen ist γ am kleinsten, bei Simia satyrus und bei Cercopithecus nur wenig grösser. Bei Lemur mongoz, einem Halb-Affen, ist γ schon 15°, bei Felis leo steigt er auf 21,5°. Mit dem Zunehmen von γ

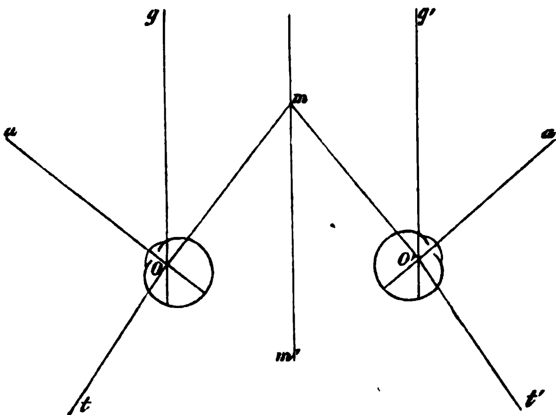
werden die monocularen Gesichtsfelder grösser, dehnen sich temporalwärts weiter aus und können sich zu gleicher Zeit noch ein gutes Stück binocular decken. Beim Löwen ist die temporale Grenze o t des Gesichtsfeldes um 16,5° mehr nach hinten gerichtet als beim Menschen, die mediane o m vielleicht auch mehr medianwärts. Beim Menschen ist nämlich das Gesichtsfeld nach der Medianseite hin beschränkt durch die Nase, und da die absoluten Grenzen derselben Beschränkung anheimgefallen sind,*) so reicht es nur bis 65° von der Hornhaut-Axe, als $\sphericalangle$ a o m. Beim Löwen aber mit $\sphericalangle \gamma = 21{,}5^0$ wird diese Beschränkung nicht so bald zur Geltung kommen, sondern das Gesichtsfeld vielleicht 60° weiter reichen als die Gesichtslinie, eben wie beim Menschen. In diesem Falle bekämen wir für jedes Auge ein Gesichtsfeld von $95^0 + 81{,}5^0 = 176{,}5^0$, und für beide Augen 233°, wovon 120° binocular sind. Um die Ausdehnung des binocularen Gesichtsfeldes genau zu kennen, würden wir wissen müssen, unter welchem Winkel die umringenden Theile der Orbita und Lider das Gesichtsfeld begrenzen.

Offenbar liegt das Gesichtsfeld der Affen zwischen dem des Menschen und demjenigen der Halb-Affen. Ist bei Jacchus vulgaris $\sphericalangle \gamma$ besonders gross, so wissen wir auch, dass die kleinen Hapalini mit ihren 32 Zähnen und den kleinen krallenartigen Nägeln eine eigene Thiergruppe bilden, die auch in ihrer Lebensweise, besonders in der Art, wie sie sich auf den Zweigen bewegen, mehr mit den Eichhörnchen als mit den übrigen Affen übereinstimmen.

Entfernen wir uns noch weiter vom Menschen, dann dehnt sich das Gesichtsfeld mehr und mehr nach hinten aus, wobei sicherlich ein Theil des binocularen verloren geht. Nehmen wir als Beispiel das von Elephas africanus,

*) Siehe Donders, die Grenzen des Gesichtsfeldes in Beziehung zu denen der Netzhaut. v. Graefe's Archiv für Ophthalm., XXIII, 2, S. 258.

Fig. 7.



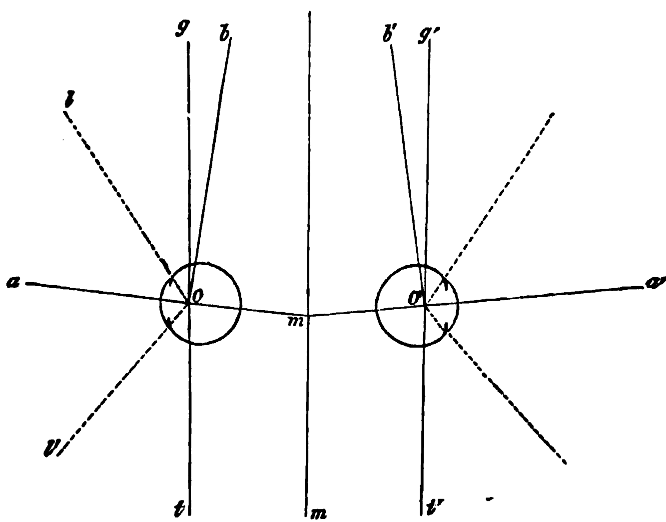
Figur 7. Hier beträgt ∢ a o g oder γ 61,5° und doch ist an Fixation nicht zu zweifeln. Nehmen wir die Temporalgrenze o t wieder 95° von a o an, so bleibt die Grenze nach hinten nur $180^\circ - (95^\circ + 61{,}5^\circ) = 23{,}5^\circ$ von der Median-Ebene m m' entfernt, während, angenommen, dass hier auch an der Medianseite das unbeschränkte Gesichtsfeld sich 95° ausdehnt, nach vorn die Gesichtsfelder noch $2 \times 33{,}5^\circ = 67^\circ$ übereinanderfallen würden. Dies gäbe für jedes Auge einzeln ein Gesichtsfeld von 190° und für beide Augen zusammen nicht weniger als 313°, wovon 67° binocular.

Noch ein Wort über die Werthe von γ und γ' beim Pferde. Hier wurde das Fixir-Object stets ziemlich nahe, auf die dreifache Augendistanz, gehalten; trotzdem kommt es uns bei Vergleichung der ∢ γ und γ' doch zweifelhaft vor, ob das Pferd genügend convergirte. Ohne Fixation wurde die Divergenz 120°, mit Fixation 112° gefunden; es ist also offenbar eine Convergenz zu Stande gekommen, aber eine sehr geringe, von nicht mehr als 4° für jedes Auge; und das ist sicher unzureichend, um auf den geringen Abstand der dreifachen Augendistanz zu fixiren. Wir finden nun auch bei der

Berechnung γ' kleiner als γ, woraus folgen würde, dass beim gewöhnlichen Sehen, ohne bestimmte Fixation, schon eine Convergenz bestünde, was möglich, aber doch nicht sehr wahrscheinlich ist.

Bei Thieren endlich, die weniger deutlich fixiren, wie bei den Nagern, kann sich das Gesichtsfeld noch weiter nach hinten ausdehnen, auch ohne dass das binoculare Sehen nach vorn fehlt. Nehmen wir als Beispiel das Kaninchen. Die stärkste Divergenz liefert uns das

Fig. 8.



(weisse) Kaninchen, Fig. 8, eine Divergenz von $170^{\circ} = \sphericalangle$ a m a', so dass, angenommen die Gesichtslinien g o und g' o' seien gerade nach vorn gerichtet, sie damit einen Winkel γ bilden von 85°; in dem Gesichtsfeld nach vorn würde also ein binoculares Sehen möglich sein für $2 \times (95^{\circ} - 85^{\circ}) = 20^{\circ}$ ($\sphericalangle$ g o b + $\sphericalangle$ g' o' b'), während nach hinten die Gesichtsfeldgrenzen der beiden Augen, o t und o' t', parallel mit der Median-Ebene m m

laufen. Wir sind hier also auf der Grenze angekommen, wo auch nach hinten binoculares Sehen beginnen könnte und bei Auswärtskehren der Augen auch vielleicht vorhanden ist. Diese Vorstellung vom Gesichtsfeld des weissen Kaninchens beruht auf um so festerer Grundlage, als gerade bei diesem Thier, wie oben erwähnt worden, das Durchscheinen der Netzhautbilder bis auf 95° von der Hornhaut-Axe wahrgenommen werden konnte.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden, auf Anregung von Herrn Professor Donders, in der Absicht unternommen, einen näheren Einblick in die Entwicklung des binocularen Sehens zu erhalten. Was wir mittheilen konnten, ist indessen noch zu fragmentarisch, um uns weitgehende Betrachtungen zu erlauben. Es liegen jedoch schon die Uebergangsformen bei den Säugethieren ziemlich klar vor Augen. Bei dem am meisten seitlichen Stand der Augen sieht das Thier noch gerade aus, und zwar bis auf ziemlich geringen Abstand vom Auge, auf grösseren Abstand also selbst binocular. Wird beim Aufsteigen in der Thierreihe die Divergenz der Hornhaut-Axen geringer, so nimmt das Gesichtsfeld nach hinten ab und breitet sich nach vorn binocular weiter aus. Damit wird auch das binoculare Fixiren immer deutlicher, und die fixirenden Netzhautpunkte nähern sich mehr der Mitte der Netzhaut. Beim Menschen und den Anthropoiden sind sie nur sehr wenig von der Mitte entfernt und charakterisiren sich als gelber Fleck mit Fovea centralis. Nur bei höheren Graden von Myopie können sie die Mitte wirklich erreichen, womit $\gamma = 0$ wird.

Unsere erste Aufgabe wird sein müssen, genau zu untersuchen, ob an der Stelle, wo das Bild des fixirten Körpers entworfen wird, sich die Netzhaut durch besondere Structur von den anderen Netzhautpartien

unterscheidet. Dass dies nicht allein beim Menschen und bei den Affen, sondern auch bei verschiedenen Sauriern (bei der Schildkröte, dem Krokodil und verwandten Thieren) beobachtet wurde, findet man bereits bei Johannes Müller angegeben; aber bei den neueren Untersuchungen über die Netzhaut hat dieser Punkt zu wenig Beachtung gefunden. Unsere Bestimmungen von γ geben einen Hinweis, in welchem Theil der Netzhaut man besonders wird suchen müssen.

Ueberraschend war die Entdeckung Heinrich Müller's, dass bei manchen Vögeln zwei Punkte des directen Sehens vorkommen, der eine offenbar für monoculares, der andere für binoculares Sehen. Mit Rücksicht hierauf dürfte es wichtig genug sein, auch bei Reihen von Vögeln den Stand der Augen nach unseren oder nach besseren Methoden zu bestimmen.

Endlich muss die Lehre vom Gesichtsfeld vervollständigt werden durch eine Untersuchung über die Augenbewegungen bei Thieren, eine mühevolle, aber sicherlich sehr dankbare Aufgabe, worüber wir nur einige isolirte Thatsachen gesammelt haben, die uns für eine Mittheilung noch nicht geeignet scheinen.

Auf die Frage, in wie fern man aus der Neigung der Orbitalrand-Ebenen auf die der Hornhaut-Axen schliessen könne, würden die in den Tabellen aufgezeichneten Werthe wohl zurückzukommen Gelegenheit geben. Herr Prof. Donders theilt uns indessen mit, dass er derartige Messungen nach einer veränderten Methode in grösserem Maassstabe auszuführen beabsichtigt, auch an Schädeln von verschiedenen Menschenrassen, und wahrscheinlich dürfen wir hierüber einer Mittheilung von seiner Hand entgegensehen.

Ueber den Nystagmus der Bergleute.

Von

Dr. A. von Reuss,
Privatdocent in Wien.

Im Jahre 1871 veröffentlichte Schröter*) zwei Fälle von erworbenem Nystagmus bei Bergleuten, der sich durch sein paroxysmenweises Auftreten, sowie dadurch auszeichnete, dass den Augenbewegungen entsprechende Scheinbewegungen der Objecte stattfanden. Zwei Jahre nachher berichtete Mooren**) über zwei einschlägige Erkrankungen, im Jahre 1874 folgten Beobachtungen von Nieden,***) Noël†) und Schenkl; ††) im Jahre 1875 fasste Graefe†††) in ausgezeichneter Weise die bisherigen Erfahrungen zusammen und vermehrte sie durch einige neue; endlich hat Bär*†) im Jahre 1876

*) Klin. Monatsbl. für Augenh., IX, p. 135.

**) Ophthalmol. Mittheil. aus d. J. 1873. Berlin 1874. p. 109.

***) Berlin. Klin. Wochenschr. 1874, p. 47.

†) Ann. d'ocul., LXXII, p. 211.

††) Prager Vierteljahrsschr. f. pract. Heilk., Bd. 122, p. 97.

†††) Graefe-Saemisch, Handb. VI, 1, p. 231 ff.

*†) Deutsche medic. Wochenschr. 1876, No. 13. Es ist mir nicht gelungen, diesen Aufsatz zur Einsicht zu erhalten. Siehe Leber in Graefe-Saemisch Handb., V, 2 § 383.

den Gegenstand abgehandelt. Sind die vorliegenden Beobachtungen also auch nicht überaus zahlreich, so genügen sie doch, um ein deutliches Bild der eigenthümlichen Affection zu geben; sie reichen jedoch keinesfalls aus, um das Wesen und die Ursache der Krankheit zu erklären. Ueber diese Punkte sind die Meinungen noch sehr getheilt: während die einen gleichzeitige Hemeralopie zur Erklärung heranzuziehen suchen, sehen die Anderen toxische Einflüsse der Grubengase als die wahrscheinliche Ursache an. Da ich Gelegenheit hatte, mehrere an Nystagmus leidende Bergleute an dem Orte der Erkrankung selbst zu sehen, so dürfte die Mittheilung dieser Fälle, wenn sie auch die Differenz der Ansichten nicht ausgleichen wird, immerhin nicht ohne Interesse sein.

Im Juli l. J. hielt ich mich durch einige Tage im nordwestlichen Böhmen auf, und zwar in der an Braunkohlenlagern äusserst reichen Gegend von Teplitz. In Bilin wurde ich von einem befreundeten Grubenverwalter um Rath gefragt wegen eines seiner Gruben-Arbeiter, und fand bei diesem zu meiner Ueberraschung einen ausgeprägten intermittirenden Nystagmus. Als ich hierauf in der Grube*) selbst nachsuchte, um die Leute bei der Arbeit zu beobachten, fand ich noch einen zweiten Fall, sowie 3 Leute, welche in früherer Zeit unzweifelhaft an der in Rede stehenden Affection gelitten hatten. (Im Ganzen sind etwa 120 Arbeiter beschäftigt.) Ich will zuerst diese Fälle hier anführen und dabei nur bemerken, dass manches Lückenhafte der Beobachtungen in dem Mangel der nöthigen Untersuchungsbehelfe seinen Grund haben dürfte.

---

*) Fürstl. M. Lobkowitz'sche „Rudaier" Kohlenwerke.

Ferdinand Perlak, 35 Jahre alt, arbeitet seit ungefähr 17 Jahren in denselben Gruben. Bis auf zeitweilige Kopfschmerzen war er stets gesund, speciell über seine Augen hatte er nie zu klagen. Vor etwa 3 Jahren bemerkte er, nachdem er durch 3—4 Monate in „Feuerlöchern" gearbeitet hatte, ein lästiges Hin- und Hertanzen der Grubenlampe, das sich auch allen anderen Objecten mittheilte. Es wurde nach und nach stärker, und blieb endlich unverändert in der Weise, dass während er am Tage gut sah, in der Grube, besonders wenn er einige Zeit hindurch gearbeitet hatte, die Lampe anfing kreisförmige Schwingungen zu machen. Als ich den Kranken zuerst im hellen Tageslichte sah, bemerkte ich an ihm nichts Auffallendes ausser einem eigenthümlichen Gesichtsausdrucke, wie man ihn bei Leuten findet, die einen mangelhaft fungirenden Levator des Oberlides durch Contraction des M. frontalis unterstützen. Bei einer M $\frac{1}{60}$ hat er auf jedem Auge normale Sehschärfe $\left(S\ \frac{20}{20}\right.$, ohne Correction S $\left.\frac{20}{XXX}\right)$; P = 4″. Der Spiegelbefund ist vollkommen negativ. Führt man ihn in einen dunklen Raum, so bleiben Anfangs die Augen vollkommen ruhig, wird jedoch ein Licht angezündet, so beginnen augenblicklich lebhafte oscillirende Bewegungen derselben, auf beiden Augen gleichmässig von rechts nach links und zurück, jedoch in keiner vollkommen geradlinigen, sondern in einer nach unten leicht bogenförmigen Bahn. Dabei macht nun die Flamme lebhafte Scheinbewegungen von rechts nach links und auch andere beleuchtete Objecte machen diese Bewegungen mit. Dasselbe tritt ein, wenn man ihn im dunklen Raume aus einiger Entfernung gegen ein Schlüsselloch blicken lässt, durch welches Tageslicht einströmt. Bringt man den Kranken wieder in einen tagerhellten Raum, so hören nach kurzer Zeit die Bewegungen der Augen vollkommen auf. Sie treten auch nicht ein, wenn man ihn jetzt eine Kerzenflamme fixiren lässt, auch nicht, wenn man mit dieser vorangehend, ihn langsam ins verdunkelte Zimmer führt. Sogleich werden sie jedoch hervorgerufen, sobald man das Licht hebt und ihn nach oben blicken lässt; sie bleiben dann constant beim Blicke geradeaus, sistiren aber plötzlich beim Fixiren eines nach unten gehaltenen nahen Gegenstandes, gleichgültig ob dieser eine Flamme oder ein dunkler Körper

ist. Bei Aufwärtswendung der Augen werden die Bewegungen stets lebhafter, was dem Patienten ganz wohl bekannt ist, indem er durch sie bei Arbeiten an der Decke immer am meisten gestört wird.

Da er angab, dass die Scheinbewegungen der Lampe andere würden, wenn er schwer arbeite, so suchte ich ihn in der Grube auf. Es zeigte sich da, dass besonders wenn er nach einer entfernten Lampe sah, oder wenn er mit der Haue arbeitete, sich den oscillirenden Bewegungen rotatorische beimischten, so dass die Augen einmal in einer, wie es mir schien, jetzt mehr gebogenen Linie hin- und herpendelten, zu gleicher Zeit aber Drehbewegungen um eine von vorn nach hinten gehende Axe ausführten. Die Flamme schien ihm jetzt Bewegungen im Kreise zu machen oder doch in der Bahn einer nahezu kreisförmigen horizontal stehenden Ellipse. Beim Blicke nach unten wurden die Augen entweder ganz ruhig oder es trat das früher beschriebene, weniger lebhafte Oscilliren ein.

Jedoch nicht nur in der Grube treten diese Erscheinungen auf, sondern auch ausser derselben im Dunkeln, sobald sich dem Blicke irgend welche leuchtende Gegenstände darbieten. So z. B. am Abend in seiner Wohnung, wenn eine Kerze angezündet wird; Lesen bei solcher Beleuchtung ist ihm unmöglich. In wolkigen Nächten sieht er so gut und kann so sicher gehen wie Andere; scheint aber der Mond, so ist ihm das Gehen fast unmöglich, denn dieser, sowie alle hellen von ihm beleuchteten Objecte tanzen vor seinen Augen; ebenso kann ein fernes Licht, ein beleuchtetes Fenster, ein von der dunklen Umgebung sich abhebender weisser Stein den Nystagmus hervorrufen. Daher auch die Angabe, dass er an hellem Tage gut, im Dunkeln schlecht sehe, und einfach als Hemeralop registrirt wurde. In einem gleichmässig dunklen Zimmer sah er jedoch anscheinend so gut, wie ich selbst.

Seine Arbeiten kann er, da sein Zustand von den Vorgesetzten berücksichtigt wird und man ihn nicht an gefährliche Orte schickt, ganz gut verrichten. Wenn er ungestört arbeitet, so erzählt man mir, macht er mit dem Kopfe fortwährend wackelnde Bewegungen, wie es scheint Rotationen um die senkrechte Axe; ich selbst hatte nicht Gelegenheit es zu sehen.

Da ich zufällig farbige Papiermuster zur Hand hatte, so

machte ich mit ihm einige Proben. Lichtes Gelb nannte er Lichtblau, Goldgelb und Dottergelb dunkelblau, Citrongelb erkannte er als Gelb, dagegen hielt er ein lichtes Grün für Lichtblau. Alle anderen Farben wurden correct benannt.

Wenzel Wascha, 29 Jahre alt, ist seit seinem 11. Jahre Gruben-Arbeiter und leidet an Augenzittern, resp. Unruhe der Flamme seit 2 Jahren. Er hat früher in anderen Gruben mit schlechten Wettern gearbeitet, damals, als er zuerst Symptome der Krankheit bemerkte, nicht, doch kann er darüber keine genauen Angaben machen. Die Bewegungen der Augen sind rein oscillatorische, entsprechend ist auch die Scheinbewegung des Lichtes ein Hin- und Herschwanken in der Horizontalen. Beim Blicke nach oben sind die Bewegungen stärker, beim Abwärtssehen auf ein nahes Object bedeutend schwächer, hören jedoch nicht ganz auf. Der Nystagmus dauert auch am Tageslichte fort, jedoch bleiben die umgebenden Objecte ganz ruhig, nur beim Lesen gerathen die Buchstaben in eine wackelnde Bewegung. Ueberhaupt tritt das Hin- und Herschwanken im Dunkeln bei allen leuchtenden oder grell beleuchteten Gegenständen ein, so am Abend beim Monde, im dunklen Zimmer an der Kerzenflamme u. s. w. Er sieht sonst angeblich gut, erkennt jedoch z. B. die Nummer auf den Kohlenwaggons nicht in derselben Distanz wie Emmetropen von normaler Sehschärfe. Leseproben und Spiegeluntersuchung konnten nicht vorgenommen werden. Farben erkennt er gut. Er kann arbeiten und sucht sein Leiden möglichst zu verbergen.

Bezüglich der nun folgenden Fälle kann ich nur Erzähltes mittheilen.

Johann Brabec, 45 Jahre alt, hatte mit Perlak vor 3 Jahren an demselben Orte gearbeitet. Er hatte Abends im Dunkeln gut gesehen; nur wenn ein Licht angezündet wurde und beim Arbeiten in der Grube machte die Flamme kreisförmige Bewegungen; beim Lesen konnte er gut sehen. Zur Gruben-Arbeit war er nicht mehr verwendbar; er wurde als Heizer bei der Dampfmaschine benutzt; dabei hörte nach und nach die Erscheinung auf. Jetzt ist an seinen Augen nichts Abnormes zu finden; Nystagmus lässt sich auf keine Weise hervorrufen.

Josef Nelke, 36 Jahre alt, war der Dritte, der mit Perlak an einem Orte gearbeitet hatte. Er hatte öfters an Augen-Entzündungen gelitten, und betrachtete seine damaligen Beschwerden als nothwendige Folge derselben. Er erzählt, dass er, sobald er längere Zeit gearbeitet, Eingenommenheit des Kopfes wahrgenommen hätte, und dass hierauf die Kreisbewegungen des Lichtes eingetreten wären. Er pflegte dann mit den anderen Arbeitern auf eine andere Strecke mit besserer Luft zu gehen und dort auszuruhen; dabei wurde die Flamme nach und nach ruhig. Sobald aber an dem alten Orte die Arbeit wieder aufgenommen wurde, stellte sich auch alsbald die Unruhe der Lampe wieder ein. Als nach 3 bis 4 Monaten die Arbeit an den „Feuerlöchern" beendet war, so verschwand auch das lästige Symptom. Er ist jetzt vollkommen geheilt und kann ungestört in der Grube arbeiten. Der vierte Arbeiter, der mit ihm, Perlak und Brabec damals an den Erdbränden gearbeitet hatte, blieb vollständig gesund.

Dagegen erzählte mir der 33jährige Steiger Wenzel Preissler, dass er vor 3 Jahren an einer ähnlichen Augen-Affection erkrankt sei. Er hatte nicht mitzuarbeiten, sondern nur zu beaufsichtigen, war daher abwechselnd in Strecken mit besserer und schlechterer Luft. Die Scheinbewegungen der Flammen waren jedoch bei ihm ganz andere, sie erfolgten von oben nach unten in einer senkrechten Linie und traten sowohl in der Grube, als auch im dunklen Zimmer ein, sobald er eine Lichtflamme fixirte; auch in der Kirche machten die am Altare brennenden Kerzen dieselben Bewegungen aufwärts und abwärts. Dabei hatte er stets einen drückenden Schmerz im Auge. Abends sah er gut; Sonnenlicht und grelle Beleuchtung überhaupt konnte er nicht vertragen. Das Ganze dauerte durch 3—4 Monate; seit 2 Jahren ist er vollkommen frei von der lästigen Affection. Er meint, dass sich die Grubenverhältnisse seitdem nicht geändert hätten.

Innerhalb der letzten Jahre soll übrigens noch ein derartiger Fall vorgekommen sein; der Arbeiter ist jedoch zum Zwecke der Heilung in seine Heimath gereist.

Die reichliche Ausbeute in Bilin bewog mich aufs Gerathewohl noch ein zweites Braunkohlenwerk aufzusuchen, und ich wählte hierzu das mir durch freundliche

Vermittelung zur Verfügung gestellte, an Grubenbränden reiche Werk „Bohemia" bei Karbitz, unweit Teplitz. Vom Director des Werkes erfuhr ich sogleich, dass man die Krankheit dort kenne, und zwar seien drei Arbeiter befallen worden; einer arbeite noch fort, die anderen seien selbst zu nichtbergmännischen Arbeiten unbrauchbar und müssten versorgt werden. Er wünschte nicht, dass man die Arbeiter selbst darauf aufmerksam mache, um nicht noch weitere Versorgungs-Ansprüche zu erwecken. Ich fand, wenn ich auch von den ungefähr 300 Arbeitern der Grube nur eine kleine Zahl bei der Arbeit gesehen habe, auch keinen weiteren Erkrankten unter denselben.

Die beobachteten Fälle sind folgende:

Franz Hanuschka, 57 Jahre alt, ist seit 37 Jahren Gruben-Arbeiter und hat stets gut gesehen. Seit einem Jahre bemerkt er kreisförmige Bewegungen des Grubenlichtes, besonders beim Arbeiten in der Höhe; beim Fixiren eines fernen Lichtes, sowie beim schweren Arbeiten werden die Bewegungen stärker. Er kann zwar arbeiten, doch ist er nicht sehr leistungsfähig. Man findet bei ihm einen reinen Nystagmus rotatorius, der sich von den gewöhnlichen Formen nicht unterscheidet. Er tritt nicht nur unter besonderen Verhältnissen ein, sondern dauert auch, wovon ich mich überzeugte, bei Tageslicht fort; der Kranke glaubt sogar, dass sein Zustand in der Grube besser wäre. Der Spiegelbefund ist vollkommen normal. Sehproben sind nicht ausführbar; Farben benennt er richtig.

Franz Rosenkranz ist 25 Jahre alt und seit seinem 12. Jahre in Kohlengruben beschäftigt. Während er früher stets gut sah, bemerkte er seit einem Jahre, dass alle leuchtenden Objecte Bewegungen „hinüber und herüber" machten. Er arbeitete damals in der Nähe von Erdbränden; drei Monate nach Beginn dieser Arbeit erkrankte er. Da das weitere Arbeiten in der Grube nicht möglich war, so suchte man ihn ausser derselben als Garten-Arbeiter zu beschäftigen, aber auch dazu war er nicht tauglich und musste als arbeitsunfähig versorgt werden. Seit vier Monaten war er nicht mehr im

Bergwerke, ohne dass sich sein Zustand geändert hätte. Abends geht es ihm am schlechtesten, es treten dann die bereits bei Perlak beschriebenen Erscheinungen ein; in dunklen Nächten befindet er sich ganz wohl. Grelles Sonnenlicht kann er nicht vertragen.

Soweit es mir bei einer flüchtigen Untersuchung zu sehen möglich war, sind die Symptome bei ihm wesentlich verschieden von denen der anderen Fälle. Sie bestehen in einer Art Blepharospasmus, in sehr rasch erfolgenden Hebe- und Senkbewegungen der Oberlider bei im Ganzen geöffneten Lidspalten, wozu sich Zuckungen der medialen Orbicularisfasern an den Unterlidern gesellen. Diese clonischen Zuckungen treten anfallsweise auf, besonders beim genaueren Fixiren, zeitweilig ruhen sie ganz. Heftiger werden sie im Gegensatze zu den früheren Fällen beim Sehen nach abwärts, besonders beim Blicke auf eine Flamme; bei der Untersuchung mit dem Augenspiegel wird der Anfall so heftig, dass dieselbe dadurch einfach unmöglich wird. Es gesellen sich dann Zuckungen in den Auwärtswendern des Augapfels hinzu, die, schneller werdend, endlich in ein krampfhaftes Emporgezogenwerden des Bulbus ausarten, so dass die Cornea sich unter dem Oberlide verbirgt. Der Kranke hat dabei ein Schwindelgefühl und sucht, falls er steht, eine Stütze, um sich anzulehnen. Von einem Nystagmus konnte ich bei ihm nichts wahrnehmen.

Den dritten erkrankten Arbeiter, der jetzt mit der Drehorgel herumzieht, konnte man in den Tagen meiner Anwesenheit nicht auffinden.

Was das gesammte Krankheitsbild betrifft, so stimmt dieses im Wesentlichen mit dem der von Anderen beobachteten Fälle überein. Nur sehen wir, dass der Nystagmus zwar bei den meisten Kranken nur anfallsweise auftritt, dass er aber constant werden kann. Ferner finden wir, dass die Scheinbewegungen der Objecte nicht immer mit den sichtbaren Augenbewegungen ganz in Einklang zu bringen sind. Bei der rein oscillatorischen Form war die Scheinbewegung entsprechend eine in der

horizontalen Richtung von rechts nach links und zurück; ebenso bei Perlak, wenn keine Drehbewegungen bemerkbar waren; traten diese, wie ich in der Grube gesehen, hinzu, so gab er aufs Bestimmteste an, die Flamme schwinge sich im Kreise, und doch war anscheinend keine derartige Bewegung der Augen sichtbar. Der Nystagmus war übrigens hier ein so complicirter, dass die Analyse desselben bei der geringen Intelligenz des Patienten nicht weiter möglich schien. Leichter ist zu erklären, dass der Kranke mit N. rotatorius gleichfalls Kreisbewegungen sah; die Rotation erfolgte hier offenbar nicht um eine feststehende Axe, sondern diese bewegte sich in der Ebene eines Kegelmantels, die Basis des Kegels war aber zu klein, um sie beim blossen Ansehen der Augen zu erkennen. (Nystagmus conicus, v. Hasner's, vergl. Schenkl, l. c.) Diese Form scheint relativ die häufigste zu sein.

Bezüglich des an Blepharospasmus leidenden Kranken ist es nun freilich nicht sicher, ob er ebenfalls hierher gehört; wäre dies der Fall, und mir ist es sehr wahrscheinlich, so spräche es jedenfalls gegen die Ansicht, dass die erschwerte Fixation im Dunkeln (mit oder ohne Hemeralopie) Bewegungen der Augen im Dienste des Sehens herbeiführe. Dagegen spräche auch die zwar nur anamnestisch erhobene Erkrankung des Steigers. Es ist übrigens zu erwähnen, dass Noël in seinem Falle neben ausgeprägtem Nystagmus clonische Zuckungen in den Oberlidern beobachtete; auch soll der Kranke nach seiner Angabe zeitweilig an ähnlichen Zuckungen in den oberen Extremitäten gelitten haben.

Einen Zusammenhang des Nystagmus mit Hemeralopie konnte ich in keinem meiner Fälle nachweisen. Freilich geben die Kranken an, dass sie bei Tage ganz gut, im dunklen Zimmer, in der Grube und am Abend dagegen schlecht sehen, sie würden auf den ersten Blick

als Nachtblinde imponiren, und es wären auch die Beleuchtungscontraste, welche die Beschäftigung der Bergleute mit sich bringt, anscheinend geeignet, Blendungserscheinungen, also auch Hemeralopie hervorzurufen Trotzdem ist diese Störung unter den Bergleuten der Gegend kaum gekannt und ist mir nur ein Knabe vorgekommen, der von einer anderen Grube stammte und nach seinen Angaben wiederholt an wirklicher Hemeralopie gelitten haben dürfte. Auch sind, wenn ich nicht irre, die Schachte, durch welche die Leute ein- und ausfahren, gedeckt, und kommen diese daher nicht direct aus der Grube ans helle Tageslicht, sondern zuerst in einen mässig erhellten Raum. Auch von anderen Krankheiten durch Ueberblendung habe ich nichts gehört.

Im Gegentheile hatte ich jedoch Gelegenheit, z. B. bei Perlak, mit Bestimmtheit zu constatiren, dass er an keiner Hemeralopie litt, wenigstens dass er in einem gleichmässig dunklen Raume ganz gut zu sehen angab und auch anscheinend ganz gut sah, ganz im Gegensatze zu drei wirklichen Hemeralopen, die ich zufällig in den letzten Tagen sah, und die im Halbdunkel nicht im Stande waren, meine ausgestreckte Hand zu erfassen. Um Leseproben zu machen, war das Zimmer zu dunkel, erhellte ich es durch ein Licht, so machte der sogleich sich einstellende Nystagmus dieselben unmöglich. Dem entsprechend können die Kranken auch bei wolkenbedecktem Himmel am Abend ganz gut allein gehen; unmöglich wird dies nur durch Fixiren eines hellen Gegenstandes.

Wenn also in den von Nieden beobachteten Fällen Hemeralopie zugegen war, so wäre diese nur als eine zufällige Complication aufzufassen, keineswegs als die Ursache des Nystagmus. Als erstere erwähnt sie auch Mooren in einem seiner Fälle. Schenkl meint, die Lebensweise der Bergleute „muss nothwendig eine

Ueberblendung der Netzhaut hervorrufen, muss hemeralopische Zustände bedingen, die erfahrungsgemäss zu anomalen Muskelthätigkeiten Veranlassung geben können." Er supponirt also einfach die Hemeralopie. Alle anderen Beobachter wissen von derselben nichts zu erzählen.

Es wäre auch sonderbar, wenn die Hemeralopie und der nach Nieden daraus resultirende Nystagmus nicht auch bei anderen Bergleuten vorkommen würde, die sich ja, was Beleuchtungsverhältnisse betrifft, unter ganz conformen Verhältnissen befinden. Und doch sind es nur Kohlenwerks-Arbeiter, welche von Nystagmus befallen werden, wenigstens so weit die bisherigen Beobachtungen lehren. Graefe sagt, dass alle ihm bisher zur Kenntniss gekommenen Fälle Steinkohlen-Arbeiter betreffen; die von ihm nicht angeführten Fälle von Noël und Schenkl stammen ebenfalls aus Kohlengruben; ersterer aus einem Steinkohlen-, letzterer aus einem Braunkohlenwerke, gleichfalls aus der Nähe von Teplitz. Es liegt also nahe, in den Verhältnissen in den Kohlengruben die wahre Ursache des Leidens zu suchen.

Es sind hier besonders drei Factoren zu berücksichtigen, die auch abwechselnd von den Erkrankten selbst beschuldigt werden, Feuchtigkeit, Hitze und unreine, mit Gasen geschwängerte Luft.

Manche Kohlengruben haben bekanntlich durch Wässer viel zu leiden. So die Biliner; zum grossen Theile trocken, giebt es einzelne Orte, wo das Wasser von den Wänden und der Decke der Stollen herabrieselt. Dass sich der Arbeiter an solchen Orten nicht unter günstigen Verhältnissen befindet, ist wohl klar, nicht leicht zu erklären wäre aber, wie die Durchnässung den Nystagmus erzeugen sollte, der bei anderen Wasser-Arbeitern nicht beobachtet wurde; die Grube „Bohemia" ist zudem sehr trocken und doch finden wir dort Nystagmus-Erkrankungen. In einem benachbarten, sehr

nassen Werke sollen, wenigstens nach der Angabe des Verwalters, keine Augen-Erkrankungen vorkommen, und dass solche den leitenden Persönlichkeiten nicht entgehen, habe ich gesehen.

Ebenso schwer fällt es, eine zweite Schädlichkeit, die hohe Lufttemperatur, die in einzelnen Theilen der Werke herrscht, zu beschuldigen. Man müsste dann ja bei Feuer-Arbeitern, die continuirlich höheren Hitzegraden ausgesetzt sind, analoge Störungen beobachten können. Die hohe Temperatur entsteht hier durch anstossende Erdbrände, glimmende Kohlenflötze von grosser Ausdehnung; bekanntlich müssen dieselben durch Feuermauern, Wölbungen u. s. w. vor dem Luftzutritte und dem dadurch drohenden Hervorbrechen der Flammen geschützt werden.

In Folge dieser Brände entwickeln sich jedoch Gase in den Gruben, welche für das Zustandekommen nervöser Störungen von grösster Bedeutung zu sein scheinen. Wird auch durch Luftschächte, Wetterwechsel und ähnliche Vorrichtungen für Verbesserung der Grubenluft möglichst gesorgt, — es würden sonst Intoxications-Erscheinungen in ausgedehnterem Maasse vorkommen, — so giebt es doch genug Orte, wo die Ventilation in einer im Baue begriffenen Strecke noch nicht möglich ist, oder wo wegen drohenden Durchbruchs des Feuers so rasch als möglich abgebaut oder für Vorsichtsmaassregeln gegen den Luftzutritt Sorge getragen werden muss. Unter solchen Verhältnissen werden die Arbeiter schädlichen Einflüssen mehr ausgesetzt sein, als es de norma der Fall ist. Und so finden wir auch, dass die Erkrankungen fast in dieselbe Zeit fallen, und dass in den Rudiaier Gruben, von 4 Leuten, welche in solchen „Feuerlöchern" arbeiteten, 3 an Nystagmus erkrankten. Die Empfänglichkeit scheint jedoch bei verschiedenen Individuen verschieden gross zu sein; so behielt in

unserem Falle der Eine den Nystagmus bis heute, der Zweite verlor ihn als er aus der Grube amovirt wurde, der Dritte genas, als er in besseren Strecken arbeitete, und der Vierte blieb überhaupt intact. Auch in der „Bohemia", einer an Bränden überreichen Grube, 'giebt einer der Erkrankten mit Bestimmtheit an, bei der Arbeit in der Nähe der Brände erkrankt zu sein; der andere, dessen Erkrankung in dieselbe Zeit fällt, weiss sich nicht zu erinnern, wo er zu dieser Zeit arbeitete. In der erwähnten wasserreichen Nachbargrube, wo keine Erkrankungen vorgekommen sein sollen, giebt es fast keine Erdbrände; dagegen versicherte mich der Besitzer eines mit Bränden gesegneten Werkes bei Dux, dass ihm mehrere Augen-Erkrankungen bei seinen Arbeitern bekannt seien, welche höchstwahrscheinlich mit Nystagmus identisch sind. Diese Angaben mögen, wenn sie auch, ohne dass man selbst gesehen hat, nichts beweisen, immerhin Erwähnung verdienen.

Ob in den Kohlengruben, aus denen die von Anderen beobachteten Nystagmus-Erkrankungen stammen, gleichfalls Erdbrände vorkommen, ist mir nicht bekannt; ebensowenig bin ich darüber informirt, welches die chemische Beschaffenheit der Luft in Kohlenwerken überhaupt, gegenüber anderen Bergwerken ist. Jedenfalls dürfte aber das Zugegensein von Bränden nicht die nothwendige Bedingung zur Erzeugung einer intoxicationsfähigen Atmosphäre sein. Dass die von Anderen angegebenen „schlagenden Wetter" nicht allein die Krankheit hervorrufen, ist sicher, denn im ganzen Braunkohlenbecken des nordwestlichen Böhmens sind diese höchst selten, bei den in Frage kommenden Gruben kennt man sie gar nicht.

Die Frage, ob es des Zusammenwirkens mehrerer Factoren bedarf, um die Motilitätsstörung hervorzurufen,

muss ich ungelöst lassen; dass die in Kohlengruben herrschende Luft einer derselben sei, dagegen spricht nur der vereinzelte, von Nieden erzählte Fall einer ähnlichen Affection bei einem Holzschläger. Dass aber Hemeralopie keine nothwendig vermittelnde Rolle spielt, scheint mir auch nach meinen Beobachtungen sicher zu stehen.

Wien, im August 1877.

Ueber die Resorption körnigen Farbstoffs aus der vorderen Augenkammer.

Von

Dr. A. Brugsch,

Assistent an der Universitäts-Augenklinik zu Göttingen.

(Hierzu Tafel VII.)

Die Frage über die Abflusswege des Humor aqueus ist trotz der zahlreichen und eingehenden Untersuchungen, die über diesen wichtigen Gegenstand angestellt sind, noch immer nicht vollständig erledigt. Dass im normalen Zustande des Auges und bei unverletzter Membrana Descemetii der Humor aqueus nicht durch die Hornhaut nach aussen tritt, hat Leber bis zur Evidenz erwiesen.*) Von Leber und Riesenfeld ist ferner ein directer Zusammenhang der vorderen Kammer mit abführenden Blutgefässen, wie er von Schwalbe behauptet worden ist, in überzeugender Weise widerlegt worden. Ein Zusammenhang mit abführenden Lymphwegen konnte weder von Schwalbe noch von Leber nachgewiesen werden, doch hielt sich letzterer nach seinen Ver-

---

*) Studien über den Flüssigkeitswechsel im Auge. Archiv für Ophthalmologie. XIX, 2.

suchen noch nicht für berechtigt, abführende Lymphwege mit Bestimmtheit in Abrede zu stellen. Das Vorkommen derselben musste aber für sehr unwahrscheinlich gehalten werden, da es nicht gelang, nach Injection der Blutgefässe des Auges mit erstarrenden Massen durch Injection gefärbter Lösungen in die vordere Kammer abführende Lymphwege zu injiciren. Da aus anderen Gründen zu vermuthen ist, dass ein beständiger Wechsel des Inhaltes der vorderen Kammer stattfindet, so bleibt nur die Annahme übrig, dass ein fortwährender Abfluss durch Filtration, resp. Diffusion, in die Blutgefässe des Hornhautrandes und in die der Iris im Gange sei.

Auf Vorschlag von Prof. Leber unternahm ich es, um der Frage nach der Existenz abführender Lymphwege nochmals nahe zu treten, die Resorption in die vordere Kammer eingespritzter körniger Farbstoffe zu untersuchen, um womöglich auf diesem Wege die so eben berührte Frage zur Entscheidung zu bringen.

Findet ein offener Zusammenhang der vorderen Kammer mit Lymphgefässen oder Lymphräumen statt, so steht zu erwarten, dass die Farbstoffkörnchen in letztere eindringen und in denselben sich niederschlagen und anhäufen. Wenn, wie es wahrscheinlich war, ein Theil des eingeführten Farbstoffs von Lymphkörperchen aufgenommen wurde, so konnte man auch hoffen, diese pigmentirten Zellen bei ihrer bekannten Neigung sich in präformirten Bahnen fortzubewegen, ebenfalls in den Lymphwegen anzutreffen. Da es sich hier um die Ermittelung präformirter Wege handelt, so konnte von der Anwendung diffusionsfähiger Farbstofflösungen kein Gebrauch gemacht werden, weil sich diese durch Diffusion gleichmässig in den Geweben verbreiten können; gegen die Benutzung colloider Farbstoffe konnte der Einwand erhoben werden, namentlich, wenn bei hohem Druck experimentirt wurde, dass durch letzteren

künstliche Bahnen geschaffen würden. Durch Injection körniger Farbstoffe beim lebenden Thiere werden diese Uebelstände vermieden; nur durch diese Methode wurde es Quincke*) ermöglicht, die unbestreitbaren Resultate seiner Untersuchungen über die Physiologie der Cerebralflüssigkeit zu erhalten.

Injectionen von körnigen Farbstoffen in die vordere Kammer sind bereits von verschiedenen Beobachtern, wenn auch nicht zum Studium der Resorption, gemacht worden. F. A. Hoffmann und v. Recklinghausen**) fanden bei ihren Untersuchungen über die Herkunft der Eiterkörperchen nach Injectionen von Zinnober in die vordere Kammer und gleichzeitiger Verletzung der Membrana Desc. von hinten her, dass zinnoberhaltige Zellen bis in das vordere Epithel der gereizten Cornea eindrangen, und dass einzelne der obersten, platten Epithelien Zinnoberkörnchen enthielten. Ferner hat Rosow,***) um die Umwandlungen thierischen Pigmentes zu studiren, den aus der Chorioidea von Thieren gewonnenen Farbstoff in die vordere Kammer gebracht. Er beobachtete eine Auflagerung auf die Wände der vorderen Kammer und giebt an, dass der Farbstoff allmälig aus der Kammer verschwinde, ohne weiter auf den Vorgang der Resorption einzugehen.

Der einzige, welcher, so weit mir die Literatur bekannt ist, körnigen Farbstoff in die vordere Kammer zum Studium der Resorption injicirte, ist Calberla.†) Derselbe brachte in die vordere Augenkammer von

*) Zur Physiologie der Cerebrospinalflüssigkeit. Reichert und du Bois' Archiv, 1872, S. 152.

**) Hoffmann und v. Recklinghausen, Med. Centralblatt, 1867, pag. 182.

***) Archiv f. Ophthalm., IX, 3. Abth.

†) Pflüger's Archiv, IX, pag. 468.

weissen Kaninchen frisches Blut eines gleichen Thieres, welches durch Zinnober-Injection in die Jugularvene getödtet worden war, oder eine Mischung von frisch gelassenem, geschlagenen Blut und feinstem Zinnober, und fand die Zinnoberkörnchen in den Gefässen und im Stroma der Iris und des Corpus ciliare bis zur Ora serrata retinae, im Fontana'schen Raum und im Circulus venosus wieder. Nach einem Aufenthalt der Injectionsmasse in der vorderen Augenkammer von länger als 48 Stunden fand er Zinnoberkörnchen selbst in den Venae vorticosae.

Wenn nun auch die Resultate meiner Untersuchungen in Bezug auf den Nachweis abführender Bahnen negativ gewesen sind und in vielen Punkten mit denen, die Calberla erhielt, übereinstimmen, so hielt ich die Publikation derselben doch nicht für überflüssig, da meine Befunde doch in manchen Beziehungen von denen Calberla's abweichen und sich im Verlaufe der Untersuchungen einige interessante Facta herausstellten, deren von früheren Beobachtern nicht Erwähnung gethan ist.*)

Die Art und Weise der Injection war stets folgende: Es wurde einem albinotischen Kaninchen das Auge luxirt und eine sehr feine Capillarcanüle durch die Hornhaut möglichst schief und parallel ihrem Rande (um bei einer unvermutheten Bewegung des Thieres nicht in die Pupille und Linsenkapsel zu gerathen) eingestochen, und etwa 0,5 Gramm einer Anreibung von

*) Die Arbeit von Calberla erschien zu einer Zeit, als meine Untersuchungen schon zu einem gewissen Abschluss gekommen waren; der abweichende Theil seiner Resultate veranlasste mich zu erneuter Prüfung der meinigen. Ein Theil meiner Beobachtungen ist schon in meiner Inaugural-Dissertation (Ueber die Resorption von der vorderen Augenkammer. Göttingen, 1875) mitgetheilt, doch habe ich nicht ermangelt, dieselben seither noch wesentlich zu ergänzen und zu vervollständigen.

Zinnober oder Tusche in einer ¾proc. Kochsalzlösung in die entleerte Kammer injicirt. Es versteht sich von selbst, dass die Injection mit vollständiger Schonung der Iris und Linse gemacht wurde, auch wurde sorgfältig auf ein möglichst langsames Abfliessen des Humor aqueus geachtet. Die Injection wurde so lange fortgesetzt, bis das Auge gut oder prall gefüllt schien. Um eine genügende Menge von Farbstoff in der vorderen Kammer zurückzubehalten, ist es von Wichtigkeit, die Mischung möglichst dickflüssig zu machen. Wurde dies unterlassen, so floss, selbst bei vorsichtigem Ausziehen der Canüle, eine so grosse Menge gefärbter Flüssigkeit wieder ab, dass oft nur Spuren von Pigment im Auge zurückblieben. Die Canüle wurde ferner zu demselben Zwecke nach der Injection meistens noch eine kurze Zeit stecken gelassen und darauf sehr langsam und absatzweise herausgezogen, damit die Hornhautwunde Zeit hatte, sich hinter der Canüle zu schliessen.

Die Reaction der Augen auf den geschilderten kleinen Eingriff ist nur eine sehr geringe. Abgesehen von der Irishyperämie und einer geringen Scleralhyperämie, die durch das Abfliessen des Kammerwassers bedingt wurden, traten gewöhnlich keine entzündlichen Erscheinungen auf. Einige Male wurde bald nach der Injection eine mässige Chemosis beobachtet, die aber regelmässig in 24 Stunden sich zurückbildete, so dass nach einigen Tagen, abgesehen von der kleinen, meist pigmentirten Narbe der Hornhaut und dem Farbstoff in der vorderen Kammer das Auge ganz normal war. Drucksteigerung wurde ebenfalls im Verlauf der Resorption nicht beobachtet.

Wurde bei der Operation wegen Unruhe des Thieres die Iris verletzt, so traten allerdings schwerere Entzündungen auf, die aber auf Atropinbehandlung rasch zurückgingen.

Wie wenig eingreifend das Injectionsverfahren an sich war, geht daraus hervor, dass ein Thier bis 6 Injectionen, die in Zwischenräumen von 2—4 Wochen gemacht waren, ertrug, ohne dass dadurch ein Auge zu Grunde ging oder auch nur schwerere Entzündungen auftraten.

Ich möchte diese geringe Reaction besonders deshalb betonen, weil dieselbe annehmen lässt, dass die Wege, auf denen hier die Resorption vor sich ging, die gewöhnlichen, physiologischen seien.

War die Kammer auf die beschriebene Weise mehr oder weniger vollständig mit Pigment gefüllt, so zeigte sich schon am nächsten Tage die Pupille fast vollständig frei. Die Ränder des centralen, kreisförmigen Defectes, der in seinem Durchmesser der Pupillarweite des Thieres entsprach, waren scharf, wie mit dem Locheisen ausgehauen, so dass es den Anschein hatte, als ob das aus der hinteren Kammer in die vordere einfliessende Kammerwasser den Verschluss gewaltsam zur Seite gedrängt hätte.

Nach einigen Tagen waren grössere Pigmentmassen nur auf der Iris und als feiner rother oder schwarzer Saum in der Gegend des Ligamentum pectinatum vorhanden, auf ersterer einen mehr oder weniger unterbrochenen Ring bildend, der meist ungefähr in der Mitte zwischen Pupillar- und Ciliarrand der Iris lag. Im weiteren Vorlauf nahm diese Pigmentirung langsam und stetig ab. Besonders gut war das allmälige Verschwinden an den Auflagerungen auf der vorderen Linsenkapsel zu verfolgen, wenn eine gewisse Anzahl von Pünktchen dort hatte constatirt werden können. An diesen konnte progressiv ein allmäliges Vergehen ohne Veränderung ihrer Lage beobachtet werden, was einzig und allein durch Resorption bewirkt sein konnte.

Schon am lebenden Thiere war also zu constatiren,

dass der Farbstoff in den ersten Tagen rascher, später langsamer verschwindet, ohne dass eine grössere Ansammlung desselben, etwa durch Senkung, im unteren Theil der vorderen Kammer wahrgenommen werden konnte. Nach 14 Tagen erfolgte die Verminderung des Pigments schon ausserordentlich langsam, und bei einem Thiere, welches 8 Wochen am Leben blieb, war von der 6. bis zur 8. Woche überhaupt keine Abnahme desselben mehr zu bemerken. Länger habe ich leider kein Thier am Leben erhalten und vermag deshalb nicht anzugeben, ob nach sehr langer Zeit noch ein vollständiges Verschwinden des Farbstoffes in solchen Fällen möglich ist, wo so viel davon eingeführt wurde, dass nach Ablauf der ersten Wochen noch eine erheblichere Menge davon zurückgeblieben war. Doch war auch in solchen Fällen, wo bei der Injection wenig Pigment in der vorderen Kammer zurückblieb, nach einigen Wochen immer noch wenigstens etwas davon vorhanden, wenn ich auch nicht bezweifle, dass sehr geringe Mengen Pigment in relativ kurzer Zeit vollständig resorbirt werden können.

Schon der Umstand, dass bei langsamer Entfernung der Canüle das austretende Kammerwasser keineswegs stark mit Zinnober oder Tusche gefärbt war, und dass nie eine Senkung des Farbstoffes in der vorderen Kammer, kenntlich an einem horizontalen Niveau desselben eintrat, liess vermuthen, dass schon bald nach der Injection der grösste Theil desselben in ein Gerinnsel des Kammerwassers eingeschlossen und so am Ausfliessen gehindert wurde. Zur genaueren Constatirung dieser Verhältnisse wurde einem Kaninchen einen Tag nach einer Zinnober-Injection eine Quantität Kammerwasser mittelst Stichcanüle entzogen. Der erhaltene Humor aqueus war nahezu klar und nur ganz schwach röthlich tingirt. Unter dem Mikroskop zeigten sich

Lymphkörperchen, einzeln und zusammengeballt, und auch feine Zinnoberkörnchen darin suspendirt. Einige der ersteren waren noch in Bewegung und mit Fortsätzen versehen.

Das Auge wurde nun enucleirt und frisch untersucht Beim Oeffnen der Hornhaut floss eine schwach gefärbte Flüssigkeit von der geschilderten Beschaffenheit ab. Der Zinnober lag in festen Membranen, die sich indessen leicht abziehen liessen, auf der Iris aufgelagert. Dieselben waren intensiv roth gefärbt und nur an einzelnen Stellen blasser, schon makroskopisch ihren Reichthum an Pigment beweisend. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass diese Auflagerungen aus einem dichten Netz feiner Fibrinfäden bestanden, in dessen Maschen sich Zinnoberkörnchen eingebettet fanden. Lymphkörperchen waren, wenn auch nicht gerade in grosser Menge, so doch zahlreicher als im Humor aqueus vorhanden.

Während also nach 24 Stunden das Kammerwasser noch etwas gefärbt schien, war dasselbe schon nach 2 Tagen farblos und wasserklar. Freier Zinnober war in ihm nicht mehr vorhanden. Es fanden sich dagegen in demselben mikroskopisch neben feinen, flockigen Gerinnseln eine Menge von rundlichen Zellen, deren einige deutlich zinnoberhaltig waren. Auch von diesen waren noch einige in Bewegung.

Nach 8 Tagen war der Humor aqueus klar und arm an morphotischen Elementen. Es fanden sich darin spärlich rothe Blutkörperchen, wenig Lymphkörperchen und zinnoberhaltige Zellen. Die auf der Iris aufgelagerte Schicht hing jetzt innig mit derselben zusammen und war schwer davon abzulösen. Einige abgezogene Partikelchen, die zerzupft wurden, wobei viel Zinnober frei wurde, wiesen eine sehr zierliche, netzförmige Anordnung des Fibringerinnsels auf, das mit farbstoffhaltigen Zellen und Lymphkörperchen dicht gefüllt war. Vor

dem Zerzupfen schien kein freier Zinnober vorhanden gewesen zu sein.

Der Gang der Dinge ist also der, dass Anfangs erst ein Theil des Zinnobers in das wahrscheinlich gleich nach der Injection entstehende Gerinnsel eingeschlossen wird, ein anderer Theil aber noch frei im Humor aqueus suspendirt bleibt. Dieser wird allmälig durch ausgewanderte Zellen aufgenommen und nach und nach immer mehr in das Gerinnsel übergeführt, so dass zuletzt nichts mehr davon im Humor aqueus zu finden ist.

Die Entstehung des Gerinnsels erklärt sich einerseits durch den reichlichen Gehalt an Eiweissstoffen, welcher regelmässig an dem gleich nach einer Paracentese abgesonderten Kammerwasser beobachtet wird, hier aber zum Theil auch noch durch den reizend wirkenden Inhalt der vorderen Kammer bedingt sein mochte, — andererseits durch die Berührung des gelösten Fibrins mit den Zinnoberpartikelchen, wodurch das erstere zum Gerinnen gebracht wird und die Farbstoffkörnchen in sich einschliesst. Dadurch erklärt sich das Vorkommen freien Zinnobers im Gerinnsel. Bald werden aber auch die innerhalb des Gerinnsels frei vorhandenen Pigmentkörnchen in Zellen aufgenommen.

Da die farbstoffhaltigen Zellen von besonderem Interesse sind, so mag eine kurze Beschreibung derselben folgen: Im Humor aqueus waren dieselben rundlich, mit einem oder mehreren Kernen versehen; ihr Protoplasma war granulirt. Der Durchmesser der Zellen betrug bei den grösseren 0,013—0,016 Mm., bei den kleineren 0,005—0,006 Mm., also im Mittel etwa 0,008 Mm. Bei Beobachtung in der feuchten Kammer schickten die Zellen nach verschiedenen Richtungen hin Fortsätze aus, die frei von Zinnober waren. Die meist ovalen Kerne traten bei Hämatoxylinfärbung besonders deutlich hervor.

Riesenzellen, wie sie Bizzozero*) bei Gelegenheit älterer Hypopyonkeratitiden beobachtete und in denen er nach Injection von Hühnerblut die sternförmigen, rothen Blutkörperchen desselben gefunden hatte, waren nicht vorhanden.

Es schien zwar beim ersten Versuch dieser Art, wo Humor aqueus nach 24 Stunden durch eine eingeführte Canüle dem Auge entnommen war, als ob dergleichen vorhanden wären. Spätere Versuche indessen lehrten, dass diese für Riesenzellen gehaltenen Gebilde nur massenhafter zusammengehäufte zinnoberhaltige Zellen waren.

Dass der Zinnober wirklich in den Zellen lag und nicht nur der Oberfläche derselben aufgelagert war, wurde hier, wie bei allen übrigen Untersuchungen auch dadurch bewiesen, dass er sich beim Rollen der Zellen niemals von diesen entfernte.

Nachdem diese Veränderungen des Inhaltes der vorderen Augenkammer constatirt waren, richtete sich die weitere Untersuchung zunächst darauf, das Verhältniss des auf der Iris aufgelagerten Farbstoffs zum Gewebe der letzteren festzustellen. Zu diesem Zwecke wurde eine grössere Anzahl Augen, in welche vor kürzerer oder längerer Zeit (6 Stunden bis 8 Wochen) eine Injection von Zinnober oder Tusche gemacht worden war, nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol untersucht. War das Auge durch einen Aequatorialschnitt halbirt, an der vorderen Hälfte der Glaskörper entfernt und die Linse von hinten her aus ihrer Umgebung freigemacht, wobei fast immer ein Theil der etwa vorhandenen Pupillarmembran auf der vorderen Linsenkapsel haften blieb, so konnte man schon hier

*) Beiträge zur Kenntniss der sog. endogenen Zellenbildung. Med. Jahrb. 1872, II. Heft.

und da rothe oder schwarze Flecke durch das zarte Gewebe der Iris hindurchschimmern sehen, die sich als auf deren vordere Fläche aufgelagerte, tingirte Membranen erwiesen. Wurde Iris und Chorioidea von der Hornhaut und Sclera vorsichtig abgezogen, so blieb auf dem Rande der ersteren ein scharf begrenzter, pigmentirter, nur selten unterbrochener Ring zurück. Aehnliche Befunde liegen wohl der Angabe Calberla's zu Grunde, dass er Pigment in den Gewebslücken des Fontana'schen Raumes und im Circulus venosus gefunden habe. Querschnitte zeigten aber bald, dass es sich nur um eine Einlagerung in die Lücken des Fontana'schen Raumes und eine Auflagerung auf die innere Fläche der Hornhautperipherie, nicht aber um eine Einlagerung in die Blutgefässe des Circulus venosus handelte. Auf erstere Befunde, die bei allen Präparaten constant zu finden waren, muss ich an anderer Stelle noch zurückkommen.

Betrachtete man ein excidirtes Irisstückchen von der Fläche unter Glycerinzusatz mit dem Mikroskop, so stellte sich die aufgelagerte Membran, falls Zinnober injicirt worden war, als eine dunkle, gekörnte, leicht glänzende Masse dar, an welcher keine Einzelnheiten zu erkennen waren, während die tuschehaltigen Auflagerungen mehr wie ein zarter Schleier die Oberfläche der Iris deckten. Bei letzteren Präparaten bot sich schon nach 24 Stunden die auffallende Erscheinung dar, dass die Oberfläche der Iris wie von feinsten Pigmentkörnchen überstreut erschien. Die regelmässige Anordnung der einzelnen Pigmentzüge und -Massen um freie Centren liess den Gedanken aufkommen, dass eine Pigmentirung des Endothels der vorderen Irisfläche zu Stande gekommen sei, der Art, dass die Farbstoffkörnchen, den Kern freilassend, sich im Protoplasma abgelagert hatten. Der Beweis, dass dem wirklich so

sei, wurde dadurch geführt, dass es gelang, durch Abzupfen feine Gewebsplatten von der Oberfläche der Iris zu entfernen, auf denen in einer continuirlichen Lage Endothelzellen aufgelagert waren, die denen der Descemetschen Membran ähnlich mit sammt ihrem Tuscheinhalt isolirt dargestellt werden konnten. Die Grundform der Zellen war eine polygonale, doch wechselten kleinere mit grösseren ab, und auch rundliche und eiförmige Gebilde fehlten nicht. Alle besassen einen grossen, meist ovalen, granulirten Kern, der fast stets von Pigmentkörnchen frei war. Nur in der unmittelbaren Nähe grösserer Pigmentklumpen waren vollständig pigmentirte Zellen in bedeutenderer Anzahl vorhanden. Die pigmentirte Zellenlage folgte in ihrem Verlaufe der welligen Oberfläche der Iris und war demgemäss an nebeneinanderliegenden Stellen nur bei verschiedener Einstellung sichtbar. Sie erstreckte sich vom Ciliar- bis zum Pupillarrand, manchmal erreichte sie letzteren nicht, bisweilen indessen wurde dieser von einer pigmentirten, von der Linsenkapsel abgelösten Auflagerung überragt; zuweilen erstreckte sich eine ähnliche Auflagerung auch bis auf die hintere Fläche der Iris. Die Pigmentirung war eine ziemlich regelmässige, nur waren in der Umgebung dichterer aufgelagerter Pigmentmassen auch die Zellen dunkler und reichlicher infiltrirt, während ferner gelegene nur wenige Pigmentkörnchen zeigten. Da die Pigmentirung noch nach 8 Wochen in sehr hohem Grade vorhanden war, so ist wohl anzunehmen, dass eine weitere Resorption des in diesen Zellen eingeschlossenen Farbstoffes nicht mehr stattfindet. Nach Zinnober-Injectionen habe ich, wie erwähnt, die gedachten Erscheinungen nicht beobachtet. Doch glaube ich dies der geringen Feinkörnigkeit des von mir angewandten Zinnobers zuschreiben zu müssen, da von anderen Beobachtern eine Zinnober-Infiltration

platter Epithelzellen angegeben wird. So fand z. B. Reitz*) eine solche nach Infusion von Zinnober in das Blut eines Kaninchens an den Pflaster-Epithelzellen der Blase u. s. w.

Die Pigmentirung beschränkte sich nun nicht allein auf die Endothelzellen der Iris, sondern setzte sich auch continuirlich auf die Endothelzellen, welche die Rollet'schen Irisfortsätze bedecken, fort. Die Balken erster und zweiter Ordnung waren mit dicht aneinanderliegenden, pigmentirten Zellen bedeckt, was den zierlichen, arkadenförmigen Bau dieser Theile noch mehr hervortreten liess. An isolirten Balken, wo die Form der einzelnen Zellen genauer zu bestimmen war, schien sie übereinstimmend mit der auf der Iris gefundenen zu sein. Der Kern war auch hier oval, ziemlich gross, granulirt und fast ausnahmslos frei von Tusche. Auch hier war wie bei den Zellen auf der Iris noch nach 8 Wochen eine reichliche Pigmentirung zu bemerken, also auch eine weitere Resorption aus diesen Zellen höchst unwahrscheinlich.

Gemäss der geringen Contractilität dieser Zellen hat man sich das Vorkommen von Tusche in denselben wohl nicht durch einen Process, ähnlich dem des „Fressens" der weissen Blutkörperchen, zu erklären, sondern es ist wahrscheinlicher anzunehmen, dass durch den in der vorderen Kammer herrschenden Druck die Farbstoffkörnchen in die weichen Zellenleiber hineingepresst seien. Der Vorgang muss ein ähnlicher sein, wie derjenige, durch welchen die feinen eingeathmeten Staub- und Eisenpartikelchen in das Gewebe der Lunge gelangen.

Während die beschriebenen Veränderungen der

*) Sitzungsberichte der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften zu Wien. Math.-nat. Klasse 1862, 2.

Endothelzellen nur durch einen sehr kleinen Bruchtheil der injicirten Farbstoffmenge verursacht werden, lagert sich die Hauptmasse in einer Schwarte auf der vorderen Irisfläche ab, deren Structur und Verhältniss zum Irisgewebe durch Querschnitte meist an Zinnoberpräparaten bestimmt wurde.

Im Anfange der Resorption lag dieselbe genau der Iris an, liess aber noch deutlich die Grenzen zwischen beiden Membranen erkennen. Sie bestand vorwiegend aus Fibringerinnsel, wie es weiter oben beschrieben worden ist. An Zellen war sie arm und nur ein sehr kleiner Theil derselben enthielt Farbstoffkörnchen. Das Verhältniss zwischen pigmentirten und pigmentlosen Zellen war ungefähr dasselbe wie in der freien Flüssigkeit. Die Iris war im Ganzen bedeutend zellenreicher als gewöhnlich, namentlich waren die der Schwarte angrenzenden Theile derselben sehr dicht mit Lymphkörperchen infiltrirt, von denen aber nur hier und da eins Zinnober- oder Tuschekörnchen erkennen liess. Auch waren diese pigmentirten Zellen nur in den unmittelbar angrenzenden Partien zu finden. Je weiter die Resorption fortschritt, desto mehr nahm auch das Gerinnsel Zellen in sich auf und das Fibrin trat an Menge zurück. Nach noch längerer Zeit war das Gerinnsel ganz von Zellen durchsetzt, die fast sämmtlich von Zinnober oder Tusche erfüllt waren. Bald zeigte sich auch eine Veränderung in der Form der Zellen. Während dieselben Anfangs unregelmässig und rundlich erschienen, waren sie etwa nach einer Woche stark abgeplattet, unregelmässig zackig, mit Ausläufern versehen und vielfach in membranöse, doch fast allenthalben noch feinkörnige Platten umgewandelt. An manchen Stellen schien das Gerinnsel ganz oder doch fast ganz aus diesen abgeplatteten Zellen zu bestehen. Die Substanz der letzteren war auch vielfach etwas streifig. An anderen Präparaten erschien

zwischen den Zellen eine faserige, streifige Zwischensubstanz, die sich von den Zellen nicht scharf abgrenzte, so dass an einen Uebergang der Zellen in Fasern oder Faserbündel gedacht werden konnte. Durch Hämatoxylinfärbung traten bei den Zellen sehr zahlreiche, ziemlich grosse, meist ovale Kerne hervor. An vielen Stellen sah man, wie von der Schwarte sich einzelne pigmentirte Zellen ablösten und in die anliegende Iris eindrangen. Dasselbe fand am Ligamentum pectinatum statt, dessen Maschen an vielen Präparaten mehr oder minder reichlich mit pigmentirten Zellen gefüllt waren. Häufig fand sich aber die grösste Zahl der pigmentirten Zellen am Pupillarrand und es schien durchaus nicht, als ob das Lig. pect. die einzige Stelle sei, wo Pigmentzellen in die Iris eindringen konnten. Es hatte vielmehr den Anschein, als ob das Eindringen auch überall an der freien Fläche der Iris stattgefunden habe. Besonders lehrreich über die Art des Einwanderns war ein Präparat, bei welchem der Schnitt ausser durch die Iris, auch noch durch eine Synechie gedrungen war, welche die Iris mit der stark pigmentirten Hornhautnarbe verband. Das Gewebe der Synechie war dicht mit Farbstoffkörnchen gefüllt, ebenso die Stelle der Iris, an der sich die Synechie inserirte. Weiter gegen die hintere Fläche der Iris zu nahm auch der Reichthum an pigmentirten Zellen ab, und zwar um so mehr, in je weiterem Kreise die Stelle von der Synechie entfernt lag. Hierbei war kein Zweifel, dass der Farbstoff direct von der Stelle der Synechie aus in das Irisgewebe hineingeschleppt war.

In den spätesten Stadien — also etwa nach zwei bis vier Wochen — bestand die Schwarte ganz aus faserigem Gewebe, das vollkommen den Charakter von Bindegewebe hatte und in welches Zellen in nicht gerade grosser Anzahl eingeschlossen sich befanden. Den Fasern und Faserbündeln waren die Zellen endothelartig auf-

gelagert. Wo der Pigmentgehalt der Schwarte sehr reichlich war, sah man auf dem Durchschnitt nur eine grosse continuirliche Farbenmasse, die der Iris unmittelbar auflag, während sich an der vorderen Fläche noch eine dünne Schicht eines weniger pigmentreichen Bindegewebes befand. Am Rande der gleichmässigen Pigment-Anhäufung war zu constatiren, dass dieselbe aus rundlichen oder unregelmässigen Haufen zusammengesetzt war, die mit Sicherheit für zusammengeballte Zellenmassen zu halten waren. Die Pigmentkörnchen fanden sich in den Zellen so dicht an einandergelagert, dass von Zellsubstanz und Kern nichts hervortrat, als hier und da ein schmaler peripherischer Saum. Diese Haufen bildeten Uebergänge zu deutlich als Zellen zu erkennenden Gebilden, die weniger Pigment enthielten. Zwischen dieser Schwarte und der Iris war jetzt eine so enge Verbindung eingetreten, und zwar ohne dass eine Vascularisation von der Iris aus stattgefunden hätte, dass eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht mehr zu erkennen war.

Der beschriebene Vorgang ist der gleiche bei Injectionen von Tusche wie von Zinnober. Nur waren die tuschehaltigen Schwarten, wie gesagt, feiner, die einzelnen Stadien gingen schneller in einander über, so dass eine genauere Verfolgung nur an letzteren möglich war.

Gehen wir nun zur Betrachtung des Antheils der Iris an der Resorption über, so ist schon erwähnt, dass entsprechend dem durch die aufgelagerten Gerinnsel entstandenen Reize, namentlich an den den Auflagerungen anliegenden Theilen, dieselbe sehr dicht mit Lymphzellen infiltrirt war. Während in der ersten Zeit nach der Injection pigmentirte Zellen nur spärlich an der Vorderfläche der Iris wahrzunehmen waren, mehrten sich diese bald in dem Maasse, dass schon nach

24 Stunden die ganze Iris und die Maschen des Ligamentum pectinatum ziemlich dicht von denselben durchsetzt waren (Fig. 1) und pigmentfreie Zellen sich nur selten vorfanden. Die Gestalt, welche die in die Iris zurückgewanderten Zellen angenommen hatten, war eine äusserst mannigfaltige. Oft waren sie rund, mit deutlichem, ziemlich grossem, granulirtem Kern, und zeigten nur hier und da um den letzteren ein Pigmentkörnchen. Die bei weitem grösste Anzahl aber war spindelförmig mit dickem, angeschwollenem Zellenleib, grossem Kern, fast constant mit zwei blassen, schmalen Fortsätzen versehen, die die Länge des Zellenleibes um das Zwei- und Mehrfache übertrafen. Die Pigmentkörnchen lagen ausser um den Kern, auch spärlich in den Fortsätzen abgelagert, nur die äussersten Enden der letzteren waren gewöhnlich pigmentfrei. Diese Art von Zellen trat an Zupf- wie an Schnittpräparaten in der gleichen Form am auffallendsten hervor. Wieder andere Zellen waren mehr eiförmig, fast ganz von Pigment erfüllt, der Kern meist an die Wand gedrängt. Solche Formen bildeten den Uebergang zu vollständig mit Farbstoffkörnchen ausgefüllten Zellen, die in allen möglichen Formen von der einfach runden bis zu sehr vielgestaltigen Gebilden in den verschiedensten Grössen sich zeigten. Lagerten sich mehrere solcher vollständig gefüllten Zellen an einander, so entstanden mitten im Irisgewebe grosse, schwarze Klumpen, die wohl nur auf diese Weise entstanden gedacht werden können. Da die Iris auch an solchen Schnitten, wo keine Schwarte oder eine solche nur an einer sehr kleinen Stelle sich aufgelagert hatte, Pigmentgehalt zeigte, so ist es gerechtfertigt, den pigmenttragenden Zellen das Vermögen zuzuschreiben, ihre Lage zu verändern, d. h. sie für Wanderzellen zu erklären. Der Anfangs aufgetauchte Verdacht, dass die Zellenhaufen erst bei der Schnitt-

führung auf das Gewebe der Iris gelangt seien, ist daher schon hierdurch einigermaassen widerlegt, abgesehen davon, dass sich die betreffenden Zellen mit Sicherheit als im Irisgewebe eingeschlossen erkennen liessen.

Es wirft sich weiter die Frage auf, ob alle in der Iris befindlichen pigmenthaltigen Zellen eingedrungene Wanderzellen seien, oder ob nicht vielleicht ein Theil derselben als pigmentirte Stromazellen angesprochen werden dürfen. Dass die fixen Bindegewebszellen sich mit in den Organismus gebrachtem körnigen Farbstoff füllen ist ja eine von verschiedenen Beobachtern verbürgte Thatsache. So haben unter Anderen Hoffmann und Langerhans die genannten Zellen nach Infusion von Zinnober ins Blut mit aus den Gefässen ausgetretenen Farbstoffkörnchen gefüllt gesehen. Ich glaube in diesem Falle eine Pigmentirung der eigentlichen Stromazellen in Abrede stellen zu dürfen. Es schien zwar an manchen Präparaten, als ob die pigmentirten Fortsätze einzelner spindelförmiger Zellen in einander übergingen. Waren dieselben reichlicher pigmentirt, so entstanden netzförmige Figuren, die sich als verästelte, künstlich pigmentirte Stromazellen deuten liessen. Völlig überzeugende und unzweideutige Präparate habe ich aber darüber nie erhalten können, da ein solches Vorkommen immerhin selten war. Auch bleibt immer die Möglichkeit, dass pigmentirte Lymphkörperchen derart umgewandelt werden können, dass sie von ächten Stromazellen nicht zu unterscheiden sind. Ausserdem stellen sich einer Erklärung, wie das Pigment in die Stromazellen hineingelangen könne, nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen. Die Annahme, dass das Pigment aus den Lymphkörperchen, vielleicht durch Zerfall der letzteren, frei würde und dann in die Stromazellen hineingeriethe, lässt sich nicht vertheidigen. Wenigstens wurden nie freie Farbstoffkörnchen von

körnigen, detritusähnlichen Massen umgeben, vorgefunden.

Es bliebe nur noch die Annahme übrig, dass freier Farbstoff ohne die Vermittelung von Zellen aus der vorderen Kammer in das Irisgewebe hineingelangen könne. Einem solchen Eindringen setzt aber das vordere Endothel, das selbst Pigmentkörnchen in sich aufnimmt, ein kaum zu übersteigendes Hinderniss entgegen. Da auch weder in der Iris, noch im Ligamentum pectinatum frei in die vordere Kammer mündende Kanäle oder Resorptionswege gefunden wurden, in denen sich der Farbstoff doch in feinen Streifen und Zügen hätte niederschlagen müssen, so ist schon aus diesen Gründen das Vorkommen freien Farbstoffs in den Geweben höchst unwahrscheinlich.

In der That konnten auch an Schnittpräparaten keine freien Farbstoffpartikelchen mit Sicherheit nachgewiesen werden. Wenn es auch bisweilen schien, als ob einzelne Körnchen hier und da frei im Gewebe lägen, so zeigte sich bei eingehenderer Untersuchung doch immer, dass diese entweder in besonders langen und zarten Fortsätzen der Zellen lagen oder dass der Kern der Zelle, um den sie gelagert waren, vorher nicht hinreichend tingirt war. An Zupfpräparaten wurde vielfach freier Farbstoff gefunden. Indessen kann dagegen der Einwurf erhoben werden, dass derselbe erst künstlich durch die Präparation frei geworden sei. An Menge standen aber die vorhandenen freien Farbstoffkörnchen so bedeutend gegen die in den Zellen befindlichen zurück, dass es gerechtfertigt ist, ersteren Zustand als Ausnahme und durch irgend welchen Zufall bedingt anzusehen.

Nach alle dem scheint mir festzustehen, dass, abgesehen von den freien Farbstoffpartikeln, die in dem ersten Stadium im Humor aqueus und im Gerinnsel vorhanden sind, späterhin kein freier Farbstoff mehr

vorkommt. Aehnlich spricht sich Ponfick aus, der, nach Einführung von Zinnober in die Gefässe, den gesammten Farbstoff nur in Zellen abgelagert antraf und auch das Vorkommen freien Zinnobers in den Geweben leugnen zu müssen glaubt.

Störend bei den Untersuchungen von Zinnoberpräparaten und den Anschein freier Zinnober-Anhäufungen erweckend war das Vorhandensein von Gebilden, wie sie auch Ponfick erwähnt, die den letzteren sehr ähnlich waren und bei fast allen Präparaten in mehr oder weniger grosser Menge angetroffen wurden. Sie konnten indessen, namentlich, wenn bei künstlicher Beleuchtung mikroskopirt wurde, mit Sicherheit als nicht aus Zinnober bestehend erkannt werden, da ihnen der eigenthümliche Reflex der Zinnoberkörnchen abging.

Die Vertheilung des Farbstoffs im Gewebe der Iris und des Ligamentum pectinatum war, was die Menge betrifft, durchaus regellos zu nennen. Bald lagen die Zellen zahlreicher in der Gegend des Pupillarrandcs, bald am Ligamentum pectinatum, bald an Stellen, wo sich eine Synechie inserirte. In anderen Fällen war die ganze Iris gleichmässig von denselben infiltrirt.

Ebenso unregelmässig war die Anordnung der Zellen. Ein Zusammentreten zu Reihen stellte sich bei keinem Präparate dar. Besonders ist zu bemerken, dass sie in ihrer Anordnung nicht dem Verlauf der Gefässe zu folgen schienen oder auch nur mit Vorliebe in der Nähe der Gefässwandungen getroffen wurden. Da Calberla Zinnober in den Gefässen angetroffen hatte, so konnte man erwarten, bei der grossen Anzahl der angefertigten Präparate doch wohl einige Male ein Durchwandern der pigmentirten Zellen durch die Gefässwände zu sehen, ähnlich, wie es von Saviotti*) an den Ge-

*) Med. Centralblatt 1870, S. 145.

fässen des Frosches beschrieben worden ist. Davon zeigte sich aber nie etwas. Vielmehr blieben die pigmentirten Zellen stets von dem Lumen des Gefässes durch die Adventitia mit ihren grosskernigen Zellen getrennt, welche letztere nie auch nur eine Spur von Pigment aufwiesen. Obwohl es nach alledem unwahrscheinlich erschien, dass sich Pigment in den Gefässen würde nachweisen lassen, so regten doch die von Calberla gemachten Angaben zu weiteren Nachforschungen an.

Es wurde zu diesem Zweck einem weissen Kaninchen eine reichliche Zinnober-Injection gemacht und dasselbe nach 24 Stunden, wo man nach den früheren Erfahrungen sicher sein konnte, dass die Auswanderung von der vorderen Kammer aus schon im Gange war, strangulirt, um die Gefässe möglichst gefüllt zu erhalten. Nachdem noch die Venae vorticosae in der Nähe ihres Austritts aus der Sclera unterbunden waren, wurden die Augen enucleirt. Die dickwandigen Gefässe der Iris strotzten von Blut und waren auf Längsschnitten deutlich zu verfolgen. Es zeigte sich in keinem derselben auch nur ein deutliches Zinnoberkörnchen, obwohl das umliegende Gewebe deutlich und reichlich mit Zinnober gefüllt war. Das Bild war in jeder Art den früher erhaltenen gleichartig. Besondere Sorgfalt wurde auf die Untersuchung der Venae vorticosae verwandt, in denen bei ihrem relativ bedeutenden Caliber, wenn anders das Pigment durch die Gefässe ausgeführt wurde, doch Spuren von demselben anzutreffen Hoffnung war. Nachdem die Venen, die durch ihren Inhalt deutlich hervortraten, abpräparirt waren, wurde dieser auf eine Glasplatte ausgedrückt und untersucht. Das Resultat war ebenfalls negativ. Das bei der Enucleation des strangulirten Kaninchens reichlich gewonnene Blut wurde defibrinirt und mit demselben negativen Resultat ersucht.

Kein anderes Ergebniss gewährten folgende Blut-

proben. Es wurde von 2 Kaninchen, von denen das eine 8, das zweite 6 Wochen vorher eine reichliche Injection erhalten hatte, 14 Tage hinter einander täglich durch Schnitte in die Ohren Blut gewonnen, das aber auch zinnoberfrei war. Um kein Mittel ausser Acht zu lassen, das dazu beitragen konnte, den Zinnober in den Blutbahnen nachzuweisen, wurden einem Kaninchen 6 Injectionen nach und nach beigebracht, und zwar immer erst dann wieder Zinnober in die Augenkammer eingeführt, wenn der vorher injicirte fast vollständig resorbirt war. Indem so eine grosse Menge Farbstoff in den Organismus gelangt war, konnte man hoffen, allenfalls in den grösseren Drüsen, der Leber und Milz vor allen, Spuren davon anzutreffen, da die Untersuchungen von Ponfick erwiesen haben, dass in die Circulation gelangter Zinnober mehr oder weniger früh in drüsigen Organen abgelagert wird. Indessen erschienen die Leber und Milz eines Kaninchens, das im Ganzen 6 Injectionen erhalten hatte, frei von Zinnober, ebenso die Lymphdrüsen. Es ist dieses negative Ergebniss in Anbetracht der doch immer nur geringen Menge Zinnober, welche dem Körper des Thieres einverleibt wurde, wohl nicht allzu sehr auffallend.

Schliesslich will ich noch erwähnen, dass gut gelungene Injectionen von Berliner Blau in die Gefässe auch nur dazu dienten, den Aufenthalt der Pigmentzellen im Gewebe unabhängig von den Gefässen zu demonstriren.

Die geschilderten Verhältnisse in Bezug auf Gestalt und Anordnung der Zellen waren im Ligamentum pectinatum und in den Ciliarfortsätzen durchaus dieselben wie in der Iris.

Verglich man Querschnitte der Iris von Augen, die eine gleiche Menge von Farbstoff injicirt erhalten hatten, so fiel es auf, dass Querschnitte von späteren Stadien

eine merkliche, wenn auch nicht bedeutende Abnahme der Pigmentirung zeigten; nur das pigmentirte Endothel trat an Schnitten aus allen Stadien bei Tusche-Injection als dunkle, gekörnte Linie in gleicher Intensität hervor. Da eine Fortschaffung des Pigmentes aus der Iris durch die Gefässe mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen war, so lag es am nächsten, eine Fortwanderung der pigmentirten Wanderzellen in der Continuität des Gewebes anzunehmen. Und in der That gelang es auch mit Pigment (Tusche) gefüllte Zellen nach Verlauf einer Woche in der Chorioidea wahrzunehmen. Die Zellen waren von derselben Gestalt, wie sie in der Iris beschrieben sind, nur fehlten die grossen körnigen Klumpen gänzlich. Auch war die Pigmentirung immer nur schwach. Wie sich an Querschnitten und durch die Einstellung beweisen liess, nahmen sie die mittleren Schichten ein, wiederum ohne sich an die Gefässe anzuschliessen. Die Pigmentirung erstreckte sich ungefähr bis zum Aequator, wenigstens bemerkte ich einzelne gefärbte Zellen noch in dem Stroma zwischen den stärksten, zusammentretenden Gefässstämmen. Im hinteren Abschnitt des Bulbus habe ich keine Pigmentirung gesehen. Ebenso war der Perichorioidealraum stets frei von Pigment. Ich befinde mich in diesem negativen Befunde in Uebereinstimmung mit Ponfick, der ebenfalls den Raum zwischen Aderhaut und Sclera frei von Farbstoff sah, während fast sämmtliche übrigen Gewebe lymphoider Natur Zinnoberkörnchen enthielten. Der in der Aderhaut befindliche Pigmentgehalt war indessen doch so spärlich, dass es kaum anzunehmen war, dass allein auf diesem Wege das Pigment aus der Iris, dem Ligamentum pectinatum und den Ciliarfortsätzen fortgeschafft sein könne. Ein zweiter, farbstoffreicherer Weg wurde denn auch in der Scheide von Scleralgefässen gefunden. Es zeigte sich dies an Gefässen, welche in der

Gegend des Ligamentum beginnend, in fast senkrechter Richtung die Sclera durchsetzten und deren weiterer Verlauf an den Schnitten nicht verfolgt werden konnte. In der unmittelbaren Umgebung derselben waren freie, sowie mit Farbstoff gefüllte Lymphzellen wahrzunehmen, ebenso waren auch einzelne Adventitialzellen deutlich mit Pigment versehen. Hier war eclatant zu sehen, dass die pigmenttragenden Zellen dem Verlauf des Gefässes folgten, denn sowohl an diesen Präparaten, wie an allen übrigen war die Sclera ganz frei von Pigment. Im Lumen des Gefässes war kein Pigmentkörnchen zu bemerken. Es wurde auch nicht unterlassen, um möglicherweise den Austritt der Pigmentkörnchen aus dem Bulbus constatiren zu können, die Bindehaut und das subconjunctivale Gewebe auf ihren Pigmentgehalt zu untersuchen. Die Resultate waren aber negativ, da nicht zu entscheiden war, ob nicht die hier und da zerstreut im Gewebe der Bindehaut vorgefundenen Pigmentkörnchen durch irgend welchen Zufall dorthin gelangt seien.

Es erübrigt nun noch die Veränderungen zu beschreiben, welche die Hornhaut und die vordere Linsenkapsel in Folge der Pigment-Einfuhr erlitten. Auf der hinteren Hornhautwand lagerte sich ebenso wie auf der vorderen Fläche der Iris der Farbstoff, in ein Fibringerinnsel eingeschlossen, ab, das gewöhnlich stark pigmentirt war und keine Structur zeigte. Solche Auflagerungen fanden sich namentlich an der inneren Oeffnung des Stichkanals vor, welcher dadurch völlig verschlossen war. Sie hingen mit den auf der Iris befindlichen Massen meist so fest zusammen, dass es unmöglich war, beide von einander zu trennen und blieben beim Abziehen der Cornea von der Iris oft auf der Schwarte der letzteren sammt der Membrana Descemetii sitzen. Makroskropisch stellten sie sich als kleine, schwarze Pünktchen dar.

Bald war aber auch an diesen Auflagerungen eine Structur zu bemerken. Der centrale Theil zerklüftete sich, wurde lichter und zeigte eine grosse Anzahl rundlicher, stark pigmentirter, lymphkörperchenähnlicher Zellen, die wie der freie Farbstoff in eine faserig-streifige Grundsubstanz eingebettet waren. Gingen von diesen Heerden, wie es häufig der Fall war, seitliche Verzweigungen aus, so bestanden dieselben ebenfalls aus einem feinstreifigen Gewebe das sich bei stärkerer Vergrösserung als aus sehr schmalen, eng an einander gelagerten, spiessförmigen Zellen bestehend, auswies. Jede der Zellen hatte einen länglichen Kern und war nach beiden Seiten hin ziemlich reichlich pigmentirt, so dass die Arme häufig nur aus schwarzen Strichen zusammengesetzt schienen. Auf diesen Aesten war oberflächlich eine Anzahl von Zellen aufgelagert, die sich durch ihre runde oder polygonale Gestalt und ihre bedeutendere Grösse wohl von den schmalen und länglichen, auf denen sie lagen, unterscheiden liessen. Es schien, als ob diese Zellenlage allmälig in die der Endothelzellen der Descemetschen Membran überginge, denen sie auch ausserordentlich ähnlich waren. Waren die Pigmenthaufen klein, so überdeckten sie bisweilen dieselben vollständig. Es liesse sich wohl denken, dass diese Zellen ebenso die aufgelagerten Gerinnsel überwuchert hätten, wie dies auf der vorderen Hornhaut-Oberfläche bei der Reparation eines Geschwürs Seitens der daselbst befindlichen Epithelzellen geschieht. Bei grösseren Auflagerungen schienen sie mir nur die Fusspunkte der Verästelungen zu überdecken. Doch wage ich nicht zu entscheiden, ob die besprochenen Zellen durch Wucherung des Descemetschen Epithels oder durch eine Auflagerung von innen entstanden sind.

Gegen erstere Ansicht scheint mir zu sprechen, dass von ihnen Ausläufer ausgingen, die sich vielfach mit

einander verästelten und in deren Kreuzungspunkten sich bisweilen lymphkörperchenähnliche Zellen befanden. Diese Ramifikationen erstreckten sich in weitem Umfange um die Auflagerungen und lagen sicher über den Endothelzellen der Descemetschen Membran, welche erst durch tiefere Einstellung in ununterbrochener Lage hervortraten (Fig. 4). Für die Entstehung durch Auflagerung spricht auch der Umstand, dass, wie später beschrieben werden wird, sich auf der vorderen Linsenkapsel ganz ähnliche Formen vorfanden, welche bei dem Mangel von Zellen an dieser Stelle im normalen Zustande nur durch Auflagerung entstanden sein konnten.

Auch die Endothelzellen der Descemetschen Membran (Fig. 2) hatten an einer Reihe von Präparaten, bisweilen in grosser Ausdehnung Pigmentkörnchen in sich aufgenommen. Das Bild war auf das Ueberraschendste dem ähnlich, wie es von der vorderen Fläche der Iris beschrieben worden ist. Färbte man ein solches, vorsichtig abgezogenes Stück der Membran mit Hämatoxylin, so war um jeden Kern ein mehr oder weniger dichter Kranz von Pigment gelagert zu sehen. Der Kern trat fast stets frei hervor und nur sehr vereinzelt war eine Zelle total von Farbstoffkörnchen erfüllt. Häufig fand sich nur ein oder einige schwarze Pünktchen in den Zellen.

Alle Zellen der Descemetschen Membran, auch da, wo sich kein Pigment befand, schienen vergrössert zu sein, und lagen häufig dachziegelförmig übereinander. Die übergeschobenen Theile waren dann am reichlichsten pigmentirt. Hatten auch die Zellen stellenweise ihre normale Grösse, so war doch bei vielen eine Vergrösserung des Kernes zu bemerken. An einigen wurde eine leichte Kerbung, wie eine beginnende Theilung, an wenigen zwei Kerne wahrgenommen.

Im Gegensatz zu der gewöhnlichen dichten Anord-

nung der Zellen, gab es Stellen, wo sich kleinere und grössere Lücken von ganz unregelmässiger Gestalt befanden. Die dort vorhandenen Zellen waren ebenfalls von den verschiedensten Gestalten und Grössen, ohne irgend eine charakteristische Form erkennen zu lassen. Es gab an solchen Stellen neben grösseren auch geschrumpfte Zellen, die sich in fast streifenförmiger Figur präsentirten. Auch diese enthielten Pigmentkörnchen wie die übrigen.

Diese geschrumpften Zellen bildeten den Uebergang zu einer eigenthümlichen Umgestaltung der Descemetschen Zellen, welche sich fast immer nur an dem Theil der Membran zeigte, welcher an den Iriswinkel anstiess und beim Abziehen der Iris auf der Hornhaut als schwarzer Streif sitzen blieb. Die Zellen (Fig. 3) lagen regelmässig angeordnet, das Protoplasma aber war derartig contrahirt, dass es nur als schmaler, lichter Saum den grossen Kern umgab. Unter einander hingen die Zellen durch feine Fortsätze des Protoplasma zusammen. Die durch letztere eingeschlossenen Lücken waren bisweilen nur so gross, als etwa der halbe Zellkern, konnten aber auch die Dimensionen einer, ja selbst mehrerer Zellen annehmen. Der Farbstoff lag hier in feinsten Körnchen entweder in dem Protoplasmasaum um den Kern oder in den Fortsätzen, niemals in den Interstitien.

Wie diese eigenthümlichen Umbildungen zu Stande gekommen sind, wage ich nicht zu entscheiden. Vielleicht handelt es sich um eine aus unbekannten Ursachen im Innern der Zellen aufgetretene Vacuolenbildung. Es liesse sich aber auch denken, dass hier eine active Contraction der Zellen intra vitam stattgefunden hätte, wie sie von Klebs*) an der Froschcornea beobachtet worden

*) Centralblatt f. d. med. Wissensch., 1864, p. 513.

ist. Gegen die Annahme einer Schrumpfung durch Einfluss der Härtungsflüssigkeiten spricht der Umstand, dass das Endothel an den anderen Stellen derselben Hornhaut unverändert gefunden wurde.

Es wäre nur noch zu discutiren, ob die Behauptung, dass die Farbstoffpartikelchen die Endothelzellen füllten, eine berechtigte sei. Ich glaube dies bejahen zu können, da ich im Laufe der Untersuchungen nichts fand, was mit dieser Annahme unvereinbar gewesen wäre. Tusche und Kern waren nur bei derselben mikroskopischen Einstellung vollkommen deutlich sichtbar. Am besten liess sich dies an Zellen beobachten, die bei einer abgezogenen Descemetschen Membran einzeln über den Rand der letzteren hinüberragten. Isolirte man durch Zerzupfen einige Zellen und brachte sie ins Rollen, so blieb das Pigment vollständig an seinem Platze. Auch an Querschnitten waren neben dem Kern deutlich einzelne Pigmentkörnchen sichtbar.

Sehr beweisend scheint mir auch das Verhalten des Farbstoffs in den eigenthümlich contrahirten Zellen am Rande der Hornhaut zu sein. Hier musste er unbedingt zu dem Protoplasma in engster Beziehung stehen, um bei den Veränderungen der Zellen seinen Platz um den Kern so gut behaupten zu können. Gegen die Annahme, dass der Farbstoff auf den Kittleisten deponirt war, lässt sich anführen, dass da, wo nicht vergrösserte, gut pigmentirte Zellen zusammenstiessen, zwischen den Pigmentmassen feine, lichte Leistchen als Ausdruck der Kittsubstanz hervortraten.

Abgesehen von den besprochenen Ablagerungen war das Pigment in der Hornhaut nur noch im Stichkanal und dessen nächster Umgebung vorhanden. Derselbe war dicht mit Farbstoff gefüllt, nach der vorderen Kammer zu durch das schon erwähnte, sehr pigmentreiche Fibringerinnsel abgeschlossen.

Nach vorn waren einzelne Pigmentkörnchen noch in dem Epithel der vorderen Hornhautfläche zu bemerken. An manchen Präparaten schien der Farbstoff durch den Druck zwischen die Lamellen der Hornhaut hineingepresst zu sein, wenigstens liess er sich von der Narbe aus, nach beiden Seiten einen allmälig immer schmaleren Streifen bildend, verfolgen der zuletzt in einer scharfen Spitze endigte. Bei Tusche-Injectionen konnte auch eine Pigmentirung der Hornhautkörperchen in der Umgebung der Narbe beobachtet werden. Der Resorptionsmodus wäre also ähnlich dem, wie er von Holm*) an tätowirten Hornhäuten beobachtet ist. Sonst war die Cornea absolut frei von Pigment und auch nirgends eine Ansammlung von Lymphkörperchen zu bemerken, auch nicht an den Stellen, wo auf der hinteren Fläche eine Farbstoff Auflagerung stattgefunden hatte. Es ist daher anzunehmen, dass bei der Resorption des Farbstoffs aus der vorderen Kammer der Hornhaut nur eine passive Rolle zufällt.

Aehnliche Auflagerungen wie auf der Iris und der hinteren Hornhaut-Oberfläche fanden auch auf der vorderen Linsenkapsel statt. Sie boten, mit Ausnahme eines Falles, nichts Abweichendes von den beschriebenen Auflagerungen auf die anderen genannten Theile dar. Es fand sich hier auf einem abgezogenen Stück der vorderen Kapsel eine continuirliche Lage grosskerniger, platter, stark pigmentirter Zellen, die denen der Descemetschen Membran ausserordentlich ähnlich sahen. Wie von den Zellen, welche die kleineren Auflagerungen auf der hinteren Hornhaut-Oberfläche überdeckten, gingen auch hier feinste pigmentirte Ausläufer aus, die ebenfalls in der verschiedensten Weise mit einander anastomosirten. In den Kreuzungspunkten lagen hier

*) Arch. f. experim. Pathologie, 1876.

und da ovale, mittelgrosse, deutlich tingirte Kerne. Da auf der vorderen Kapsel kein Epithel existirt, das sich in der beschriebenen Weise tingiren konnte, so ist wohl anzunehmen, dass diese Zellen in eine Auflagerung von der vorderen Kammer aus einwanderten, den gesammten Farbstoff in sich aufnahmen und durch den Druck in der vorderen Kammer abgeplattet, als continuirliche Lage platter Zellen auf der vorderen Linsenkapsel persistirten.

Aus den beschriebenen Untersuchungen geht hervor, dass in die vordere Kammer injicirtes körniges Pigment schon sehr bald nach der Einführung in ein Fibringerinnsel eingeschlossen wird, welches sich zum grössten Theil auf die vordere Fläche der Iris und auf das Ligamentum pectinatum ablagert. Das Anfangs zellenarme Gerinnsel nimmt später immer mehr aus der Iris und dem Lig. pect. ausgewanderte Zellen in sich auf, die sich allmälig sämmtlich mit Farbstoff füllen. Die pigmentirten Zellen treten dann eine Rückwanderung an und sind sicher schon nach 24 Stunden in der ganzen Iris und dem Lig. pect. zerstreut zu finden. In den genannten Geweben liegen die Zellen regellos, jedenfalls folgen sie nicht dem Verlauf der Gefässe (Fig. 1). Freier Farbstoff ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Aus der Iris und dem Ligamentum pect. wandern die Pigmentzellen weiter längs den Scleralgefässen und bis weit in die Chorioidea hinein. Ob sie auf dem erstgenannten Wege in den Tenon'schen Raum gelangen, ist nicht nachgewiesen, aber höchst wahrscheinlich. Ebenso liesse sich denken, dass auch längs den Venae vorticosae ein Auswandern der in der Chorioidea befindlichen Zellen stattfindet.

Dass Pigmentzellen in die Gefässe übergehen, wurde nicht beobachtet; ebenso konnten dieselben an keiner Stelle im Kreislauf nachgewiesen werden.

Von den anderen Geweben des Auges wird die hintere Cornealfläche von Pigment bedeckt, was sich zum Theil in den Endothelzellen daselbst ablagert. Dies Verhalten berechtigt uns, die Lebensdauer dieser Zellen auf mindestens 8 Wochen festzusetzen, da noch nach dieser Zeit eine sehr reichliche Pigmentirung und folglich auch Persistenz der Zellen vorhanden war. Im Parenchym der Hornhaut wurden mit Ausnahme der Stichnarbe und deren unmittelbaren Umgebung keine pigmentirten Stellen gefunden.

Auf der Linsenkapsel lagern sich ähnliche Pigmentmassen wie auf der Hornhaut und Iris auf.

Die Sclera war, bis auf die Zellen längs den Gefässen, frei von Farbstoff; ebenso alle übrigen, nicht beschriebenen Gewebe.

Nach einer Zeit von mehreren Wochen war ein bemerkenswerther Fortschritt in der Resorption nicht mehr wahrzunehmen. Es ist daher wahrscheinlich, dass wenigstens nach Einführung grösserer Mengen ein Theil an Ort und Stelle deponirt bleibt, wie dies auch bei vielen pathologischen Pigmentirungen der Fall ist.

Aus der vorstehenden Uebersicht der Versuchs-Ergebnisse erhellt, dass so interessant an und für sich der Vorgang bei der Aufsaugung gepulverter Fremdkörper aus der vorderen Augenkammer sich herausgestellt hat, wir doch aus seiner Kenntniss in viel geringerem Maasse, als erwartet, Schlüsse auf die Abflusswege des Kammerwassers machen können. Die Ursache liegt hauptsächlich in dem überraschenden Ergebniss, dass die eingeführten Farbstoffkörnchen nicht sofort als

solche oder nach ihrer Aufnahme in Wanderzellen dem Strom des absickernden Kammerwassers folgen können, sondern dass sie, Anfangs von einem Gerinnsel zurückgehalten, erst nach ihrer Ueberwanderung in die Iris und das Ligamentum pectinatum das Augen-Innere zu verlassen im Stande sind. Ist es auch gelungen, pigmenthaltige Zellen bis in die Adventitia der vorderen Scleralgefässe zu verfolgen, so sind wir deshalb doch noch nicht voll berechtigt, perivasculäre Lücken an diesen Gefässen als directe Abflusswege des Kammerwassers anzusprechen, weil die daselbst gefundenen Zellen vielleicht gar nicht unmittelbar aus dem Kammerwasser, sondern vielmehr aus der Iris oder dem Ciliarkörper dahin gekommen waren. Immerhin deuten aber diese Beobachtungen darauf hin, dass diesem einzigen Wege für den Abfluss des Kammerwassers, welchen die früheren Untersuchungen neben der directen Resorption durch die Blutgefässe als möglicherweise bestehend noch übrig gelassen hatten, vielleicht doch, sei es direct oder indirect, eine gewisse Bedeutung zukommen möge. Zu sicheren Schlüssen werden wir aber dadurch nicht berechtigt, und muss das letzte Wort weiteren Forschungen überlassen bleiben. Von höherer Bedeutung scheinen aber die geschilderten Ergebnisse für die Resorption pathologischer Produkte (Blut, Eiter u. s. w.) aus der vorderen Kammer, und es ist wohl zu erwarten, dass sich hier der Hergang vielfach gleich oder ähnlich gestaltet, besonders, wenn dabei eine Gerinnung in der vorderen Kammer stattgefunden hat. Ueber diesen Gegenstand möchte ich mir noch weitere Untersuchungen vorbehalten.

Göttingen, im September 1877.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VII.

Fig. 1. Durchschnitt durch den vorderen Theil eines Kaninchen-Auges, 4 Wochen nach Injection von Zinnober in die vordere Kammer. C Cornea, S Sclera, F Fontana'scher Raum, Cc Corpus ciliare, I Iris, M pigmenthaltige Pseudomembran.

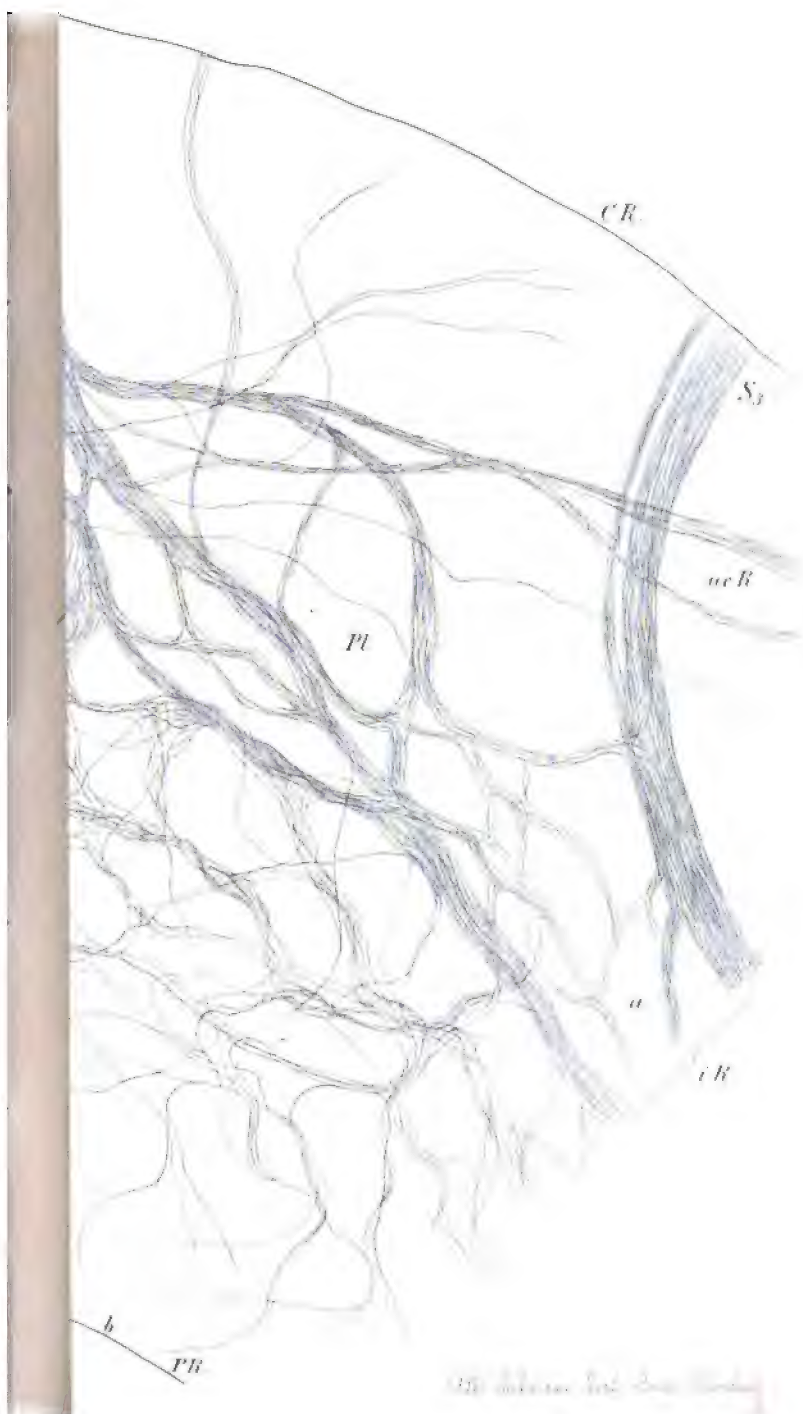
Fig. 2. Endothelzellen der Membr. Descemetii vom Kaninchen, mit Tuschekörnchen theilweise infiltrirt, 4 Wochen nach Tusche-Injection in die vordere Kammer.

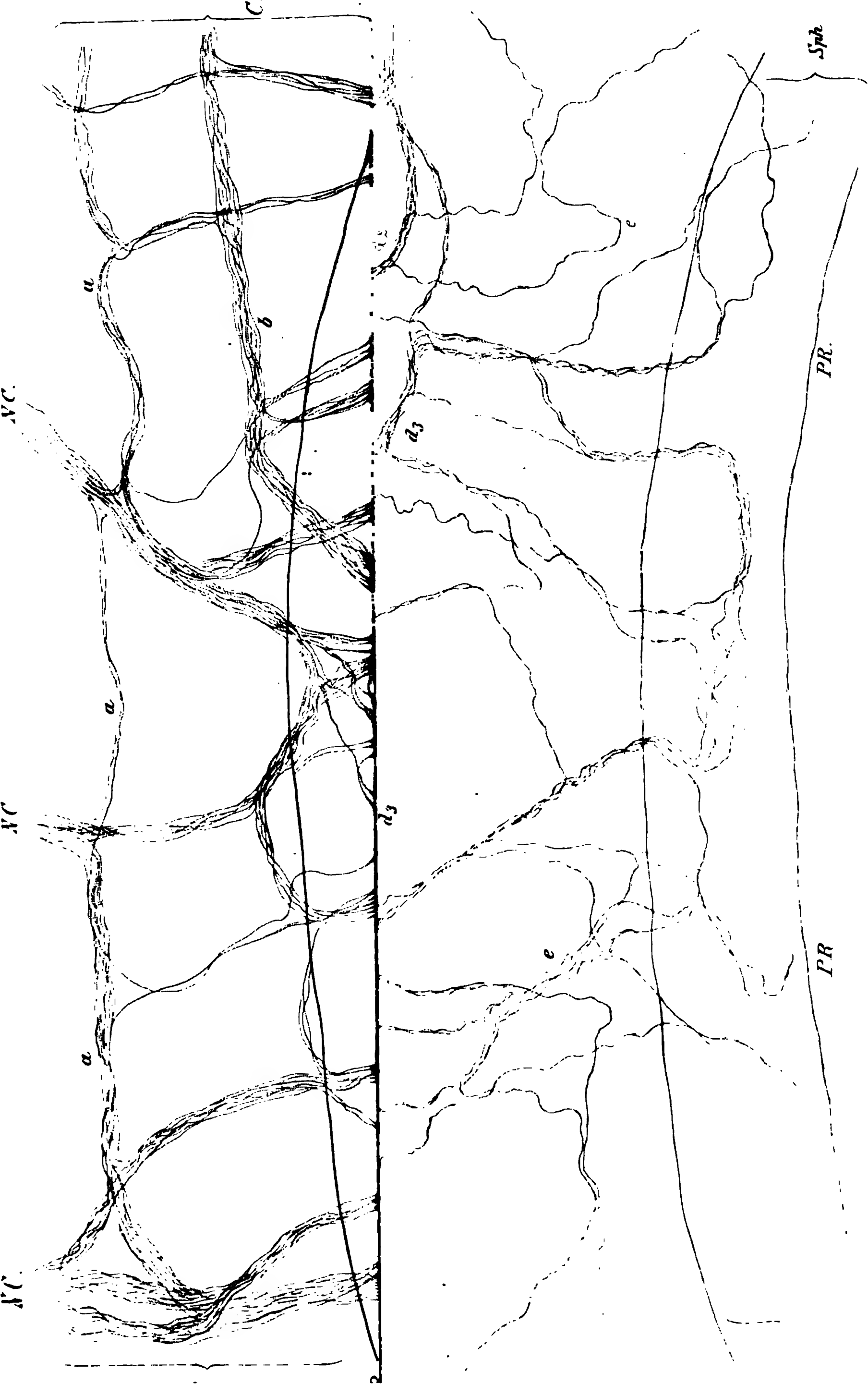
Fig. 3. Endothelzellen von der Peripherie der Membr. Descemetii vom Kaninchen, von sternförmiger Gestalt; die Tuschekörnchen liegen überall im Protoplasma der Zellen, in der Umgebung der Kerne oder in deren Fortsätzen, nicht in den Zwischenräumen. (24 Stunden nach Tusche-Injection in die vordere Kammer.)

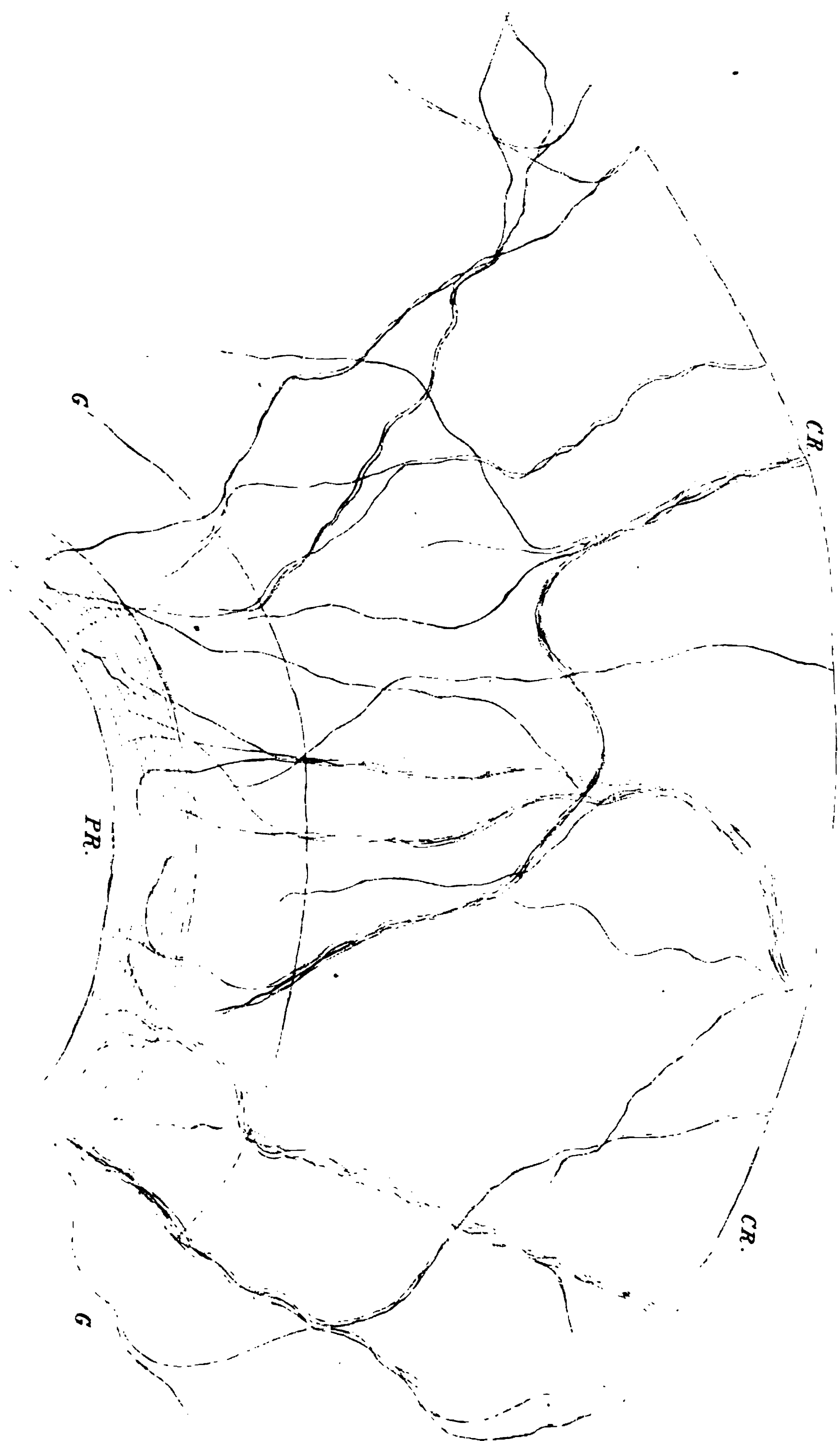
Fig. 4. Tuschehaltige Auflagerung auf die hintere Hornhautwand, die Endothelzellen der Membr. Descemetii überdeckend, mit strahligen, aus stark verlängerten, pigmenthaltigen Zellen gebildeten Ausläufern, von demselben Versuch wie Fig. 2.

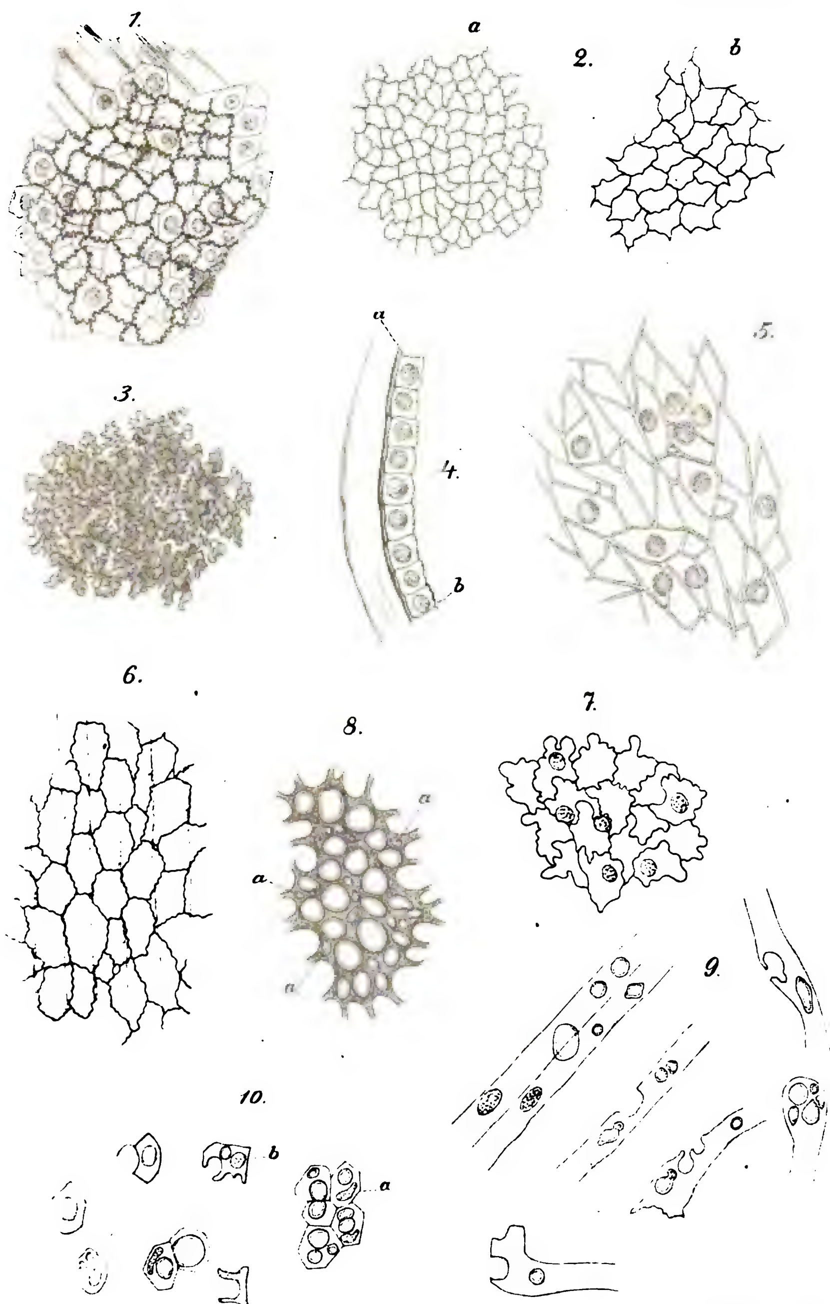
Der IV. Band dieser Abtheilung erscheint im December d. J.

Berlin, Druck von W. Büxenstein.


CR
S_3
acR
Pl
a
iR
b
PR


CR.
Sph
a
b
NC.
NC
NC.
d_3
d_3
e
e
PR.
PR


G
CR.
PR.
CR.
G

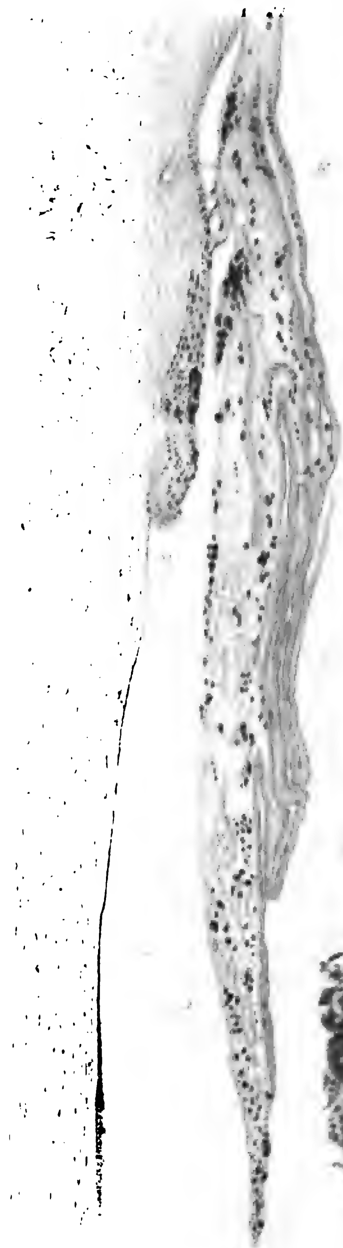


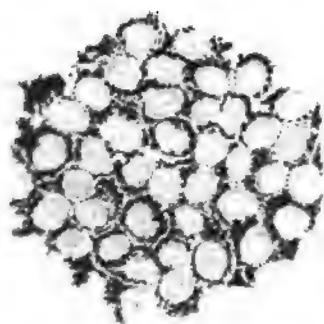
Erich Schütze lith.

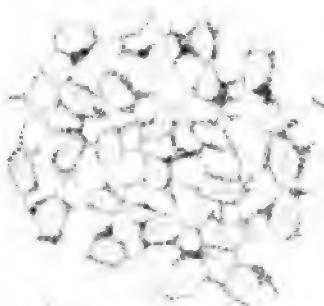
Deutschmann del.

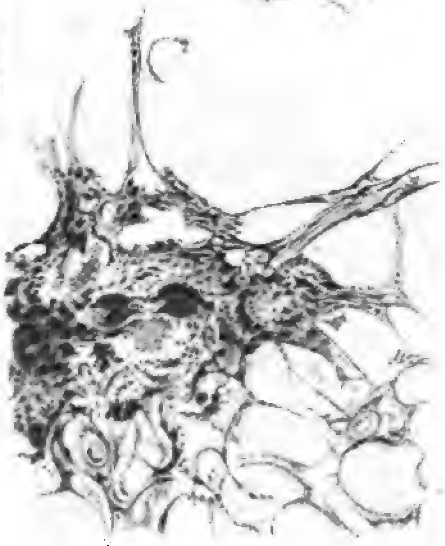


v. Graefes Archiv Bd. XXIII. 3.









ALBRECHT VON GRÆFE'S
ARCHIV
FÜR
OPHTHALMOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. F. ARLT
IN WIEN

PROF. F. C. DONDERS
IN UTRECHT

UND

PROF. TH. LEBER
IN GÖTTINGEN.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG
ABTHEILUNG IV.
ODER
DREIUNDZWANZIGSTER BAND
ABTHEILUNG IV.

MIT HOLZSCHNITTEN UND TAFELN.

BERLIN, 1877.
VERLAG VON HERMANN PETERS.
MOHREN-STRASSE 28.

Inhalts-Verzeichniss

zu

Band XXIII, 4. Abtheilung.

		Seite
I.	Beitrag zur Kenntniss der normalen Bindehaut des Menschen. Von Prof. **H. Sattler**	1— 28
II.	Ueber Kapseldurchschneidungen und dadurch bedingte Krümmungs-Aenderungen der menschlichen Hornhaut. Von Dr. **W. Röder** in Strassburg i. E.	29— 56
III.	Ueber die Tuberkulose des Auges. Von Dr. **Leopold Weiss,** Privatdocent u. I. Assistent an der Universitäts-Augenklinik zu Heidelberg. (Hierzu Taf. I—III)	57—158
IV.	Zur Entstehung der geschichteten Drüsen der Lamina vitrea chorioideae. Von Dr. **Adolf Meyer** in Hamburg. (Hierzu Taf. IV—V.)	159—171
V.	Zu weiterer Kenntniss einiger Missbildungen des Auges. Von **Herm. Schmidt-Rimpler.** (Hierzu Taf. VI.)	172—182
	I. Dermoid der Cornea mit Dislocation der Linse. S. 172. — II. Zur Licht-Empfindung an der Stelle des congenitalen Chorioideal-Coloboms. S. 176. — III. Doppeltcontourirte Nervenfasern auf der Papille. S. 180.	
VI.	Untersuchungen über die optischen Constanten ametropischer Augen. Von Dr. **A. v. Reuss,** Privatdocent in Wien	183—268
	I. Die Krümmung der Hornhaut. S. 192. — II. Entfernung der Pupillar-Ebene vom Hornhautscheitel. Abstand der Pupillenmitte von der Hornhaut-Axe. S. 200. — III. Entfernung des hinteren Linsenscheitels vom Hornhautscheitel, und Abstand des-	

Seite
selben von der Hornhaut-Axe. S. 219. — IV. Linse. S. 222. — V. Ort der Hauptpunkte. S. 246. — VI. Ort der Knotenpunkte. S. 248. — VII. Hauptbrennweiten des Auges. S. 250. — VIII. Ort der Brennpunkte und Axenlänge des Auges. S. 254.
VII. Ein pankratisches Fernrohr. Von **F. C. Donders** 269—281
VIII. Die quantitative Bestimmung des Farben-Unterscheidungsvermögens. Von **F. C. Donders** . . . 282—291

Schluss des Bandes XXIII.

Beitrag zur Kennntniss der normalen Bindehaut des Menschen.

Von

Professor H. Sattler.

Da ich über einige seltene und eigenthümliche Bindehaut-Erkrankungen zu berichten haben werde, so stellte sich das Bedürfniss heraus, den normalen Zustand der Bindehaut vorher noch einer genauen Prüfung zu unterziehen, da trotz der eingehenden und verdienstvollen Arbeiten der neuesten Zeit über diesen Gegenstand in Betreff mehrerer Punkte eine Uebereinstimmung noch nicht hat erzielt werden können, und auch meine eigenen, schon früher darüber gewonnenen Erfahrungen in einigen Punkten differirten. Als die streitigsten und unsichersten Gebiete in der Anatomie der Conjunctiva bezeichnet Reich*) sehr richtig: die sogenannten blinddarmförmigen Drüsen von Henle, beziehungsweise den sogenannten Papillarkörper, ferner das Epithel der Conjunctiva mit Einschluss der sog. Becherzellen, und endlich das adenoide Gewebe derselben.

*) Zur Histologie der Conjunctiva des Menschen. Archiv für Ophthalm. XXI, 1, pag. 2. 1875.

Wenn man eine recht grosse Anzahl von Bindehäuten, die man bei der Betrachtung mit blossem Auge als normal bezeichnen zu dürfen glaubt, einer genauen Untersuchung in ihrer ganzen Ausdehnung unterwirft, so überzeugt man sich bald, dass gerade in Bezug auf die oben angedeuteten Punkte gar nicht unerhebliche Differenzen bestehen, sowohl zwischen verschiedenen Bindehäuten von Erwachsenen, als namentlich zwischen den von Erwachsenen und Kindern verschiedenen Alters. Dazu kommt noch, dass Schnitte aus einer und derselben Lidbindehaut ein wechselndes Aussehen darbieten, je nachdem sie aus der Mitte oder näher einem der beiden Winkel genommen sind. In den vorliegenden Darstellungen des histologischen Baues der Conjunctiva finden wir gewöhnlich ein bestimmtes Schema entworfen, welches mehr oder weniger vollständig auf eine gewisse Summe von Bindehäuten passt, bei anderen aber nicht zutrifft.

Schon bei Betrachtung der Tarsalbindehaut mit der Loupe müssen die Differenzen auffallen, welche in Bezug auf die Entwickelung und Ausdehnung der sammetartigen Beschaffenheit ihrer Oberfläche bei verschiedenen Individuen obwalten. Dass dieses sammetartige Aussehen von der Anwesenheit zahlreicher zarter Erhabenheiten der Schleimhaut-Oberfläche herrühre, ist zwar seit langer Zeit bekannt; doch wurden die letzteren lange als Drüsen oder Drüsen-Ausführungsgänge gedeutet, und erst seit Eble's, seiner Zeit epochemachender Bearbeitung dieses Gegenstandes*) ziemlich allgemein als Papillarkörper bezeichnet, sowohl von den Anatomen, als in den zahlreichen Handbüchern der Augenheilkunde. Erst in den Darstellungen der neuesten Zeit ist von

*) Ueber den Bau und die Krankheiten der Binnehaut u. s. w. Wien 1828.

einem Papillarkörper nicht mehr die Rede (Henle, Stieda, Merkel, Waldeyer,*)) oder er wird geradezu geleugnet (Wolfring, Ciaccio, Morano,**)) und man spricht nur mehr von rinnenartigen Vertiefungen, Furchen und Grübchen, welche die Conjunctiva tarsi nach allen Richtungen durchsetzen.

Erst Reich (l. c., pag. 13) nimmt sich der Papillen wieder an, und behauptet, dass „ausser denjenigen Erhabenheiten und Falten, die durch unregelmässige Furchen und Einschnitte gebildet werden, ... auch wirkliche Papillen zu finden sind."

Man muss allerdings gestehen, dass diese Gebilde etwas anders gebaut sind, als die bekannten conischen oder cylindrischen Papillen der Haut und vieler Schleimhäute, so der Schleimhaut der Mundhöhle, des Oesophagus, der Vagina und anderer. Solche im strengen Sinne der Anatomen wahre Papillen finden sich an der Lidbindehaut nur an der inneren Lidkante, worauf auch Wolfring (l. c., p. 161) und Ciaccio (l. c., p. 9) aufmerksam machen. Hier füllt das mehrfach geschichtete Epithel die Einsenkungen zwischen den Papillen vollkommen aus, so dass dieser Streifen oberflächlich glatt erscheint,***) und selbst dann ziemlich glatt bleibt, wenn in pathologischen Processen die übrige Lidbindehaut ganz uneben und warzig geworden ist; auch besitzen

*) Henle, Eingeweidelehre, pag. 702.
Stieda, Arch. f. mikrosk. Anat., III., pag. 357.
Merkel, Handbuch d. ges. Augenheilk., I. Bd., I. Th., p. 67.
Waldeyer, ibidem, pag. 240.

**) Wolfring, Arch. f. Ophth., XIV, 3, pag. 160.
Ciaccio, Osservazioni intorno alla Struttura della Congiuntiva umana. Bologna 1874.
Morano, Sezione meridionale della Congiuntiva umana. Annali di Ottalmol. Anno VI., Fasc. I., pag. 21.

***) Vergl. die treffliche Abbildung Waldeyer's (Fig. 26) im Handbuch der ges. Augenheilkunde v. Graefe u. Saemisch, I.

wenigstens die grösseren dieser Papillen eine eigene kleine Arterie, welche sich darin in schlingenförmig angeordnete Capillaren auflöst. An der Tarsalbindehaut hingegen macht das Epithel alle stärkeren Niveaudifferenzen der Tunica propria mit — dadurch gewinnt eben dieser Abschnitt der Conjunctiva sein sammetartiges Aussehen —; und auch die Blutcapillaren, welche gleich unter der freien Oberfläche ausgebreitet sind, zeigen eine ziemlich gleichmässige netzförmige Anordnung in der ganzen Ausdehnung der Tarsalbindehaut, in den Papillen so gut, wie in der Tiefe der Rinnen. Da dieses Capillarnetz von zahlreichen kleinen Arterien gespeist wird, welche von den der hinteren Fläche des Tarsus entlang laufenden gröberen Verzweigungen ihren Ursprung nehmen, so ist es selbstverständlich, dass wir in viele der kleineren und sämmtliche grösseren Erhebungen arterielle Zweigchen aufsteigen sehen.

Wie immer man nun vom anatomischen Standpunkte diese Gebilde auffassen mag, für den Kliniker ist es jedenfalls bequem, von Papillen und einem Papillarkörper sprechen zu können, wenn nur einmal der Begriff, der hier damit verbunden werden soll, bestimmt festgestellt ist.

Die Ausbreitung und Entwickelung dieses Papillarkörpers variirt nun bei verschiedenen Individuen ungemein. An einer Reihe von Tarsalbindehäuten Erwachsener*) erscheint die Oberfläche, für's freie Auge wenigstens, in grosser Ausdehnung vollkommen glatt und eben, und erst in der Nähe des

---

*) Der Bindehaut von Neugeborenen und späteren Embryonen werden wir im Folgenden noch mit einigen Worten zu gedenken haben. Ich bemerke nur hier gleich, dass die oben citirte, treffliche Abbildung Waldeyer's, nach meinen Präparaten zu urtheilen, in Bezug auf die Entwickelung der Papillen einem neugeborenen oder wenige Tage alten Kinde entnommen sein muss.

convexen Randes, ungefähr im hinteren Drittel, so wie gegen die beiden Winkel zu sieht man rundliche Hügel, welche allmälig an Grösse zunehmen, mit ihrer leicht abgeplatteten Oberfläche sämmtlich in einem Niveau liegen, und gleich jenseits des convexen Randes wieder schwinden. In vielen anderen Fällen wieder beginnen die Erhebungen als kleine, mit freiem Auge eben wahrnehmbare Hügelchen schon $1^1/_2$—2 Mm. vom freien Rande, gewinnen gegen den convexen Rand und die beiden Winkel zu mehr oder weniger rasch an Höhe und Mächtigkeit, und erstrecken sich auch noch über denselben hinaus auf die erste bis zweite Querfalte der Pars orbitalis. In solchen Fällen sind die Erhebungen am convexen Rande und jenseits desselben auch nicht mehr sämmtlich in gleichem Niveau, sondern einzelne Papillen oder Gruppen von solchen ragen als flache Inseln da und dort über die übrigen etwas empor. Diesem letztgeschilderten Typus der Conjunctiva tarsalis und orbitalis begegnet man sohäufig, und er stimmt auch mit dem von einigen Autoren gegebenen Schema ihres Baues so nahe überein, dass man ihn noch kaum als pathologisch bezeichnen dürfte. Sicher bildet er aber die äusserste Grenzmarke des normalen. Zwischen den beiden im Vorhergehenden gezeichneten Extremen findet man nun die mannigfaltigsten Abstufungen.

Was die viel umstrittenen Einsenkungen und „tubulösen Drüsen" betrifft, so muss ich gestehen, dass ich bei der grossen Anzahl von Lidern, die ich untersuchte, entweder ausschliesslich oder wenigstens in der weitaus überwiegendsten Ausdehnung blos Rinnen, Furchen, nach allen Richtungen verzweigte und unter einander zusammenhängende Thäler angetroffen habe, welche, nach der Seite des Lidrandes zu immer seichter und enger werdend, ganz allmälig auslaufen, und nach dem Orbithaltheil hin ohne Grenze in

die hier befindlichen Querfalten übergehen; und dass nur verhältnissmässig spärlich isolirte kurze Rinnen, die einfach oder schwach verzweigt sein können, oder grübchenartige Vertiefungen zu finden waren, welche in grössere, unregelmässig gestaltete Erhebungen eingegraben erschienen. Beachtenswerth für das Verständniss der divergenten Darstellungen, welche diese Gebilde erfahren haben, ist noch der Umstand, dass der Grund der Furchen bei weitem nicht überall in gleicher Tiefe liegt, sondern bald seichter, bald tiefer ist, und da und dort wohl auch kurze blindendigende Ausstülpungen zeigt. (Vergl. auch Stieda, l. c., pag. 362.)

Von der Richtigkeit der gegebenen Darstellung bezüglich des Verhältnisses der Erhebungen zu den Einsenkungen kann man sich schon bei aufmerksamer Betrachtung der Bindehaut-Oberfläche mit einer guten Loupe überzeugen.*) Noch zwingender ist der Eindruck, den man durch richtig ausgeführte Flächenschnitte erhält, wie sie Stieda und spätere Autoren ausführten. Dicke und hinreichend aufgehellte Schnitte geben bei wechselnder Einstellung das schönste Relief in dem oben angedeuteten Sinne; und feine Schnitte liefern verschiedene Bilder, je nachdem sie näher der Oberfläche oder der Basis des Papillarkörpers entnommen sind. Im ersteren Falle bekommt man, wenn man dafür sorgt, dass die Einbettungsmasse entweder mit eingeschlossen wird, oder erst auf dem Objectträger sich löst, durchaus rundliche, ovale oder auch unregelmässig gestaltete isolirte Inseln von verschiedener Grösse, welche allseitig von hellen, theils engeren, theils weiteren Räumen umflossen sind, und nur da und dort durch eine schmälere oder breitere Brücke, die erst bei geänderter Einstellung deutlich wird, verbunden erscheinen. Nur ausnahmsweise findet sich innerhalb einer der grösseren Inseln ein runder epithelbekleideter Durchschnitt einer grübchenartigen

*) Wenn es bei einem Object, das man sich jederzeit so leicht verschaffen kann, noch nöthig wäre auf eine Abbildung hinzuweisen, so könnte Fig. 70 in Th. Nunneley's On the organs of vision etc., London 1858, genannt werden.

Einsenkung. Andere, als die eben beschriebenen Bilder bekommt man an Schnitten dieser Art von der Tarsalbindehaut nicht zu sehen.*) Anders ist es, wenn Schnitte von der Nähe der Basis des Papillarkörpers durchmustert werden. Hier erscheinen die Parenchym-Inseln von viel unregelmässigerer Form, hängen häufig unter einander zusammen, und man trifft viele unterbrochene einfache oder verzweigte, sowie auch einzelne rundliche Durchschnitte von scheinbaren Kanälen — all dies der Ausdruck der Tiefendifferenzen am Grunde der oben beschriebenen Einsenkungen.

Ich habe mich bei diesem Gegenstande länger aufgehalten, um nach zahlreichen Untersuchungen ein möglichst getreues Bild der scheinbar so bekannten Verhältnisse zu entwerfen, damit der Leser leichter selbst beurtheilen könne, ob die Existenz einfacher und zusammengesetzter tubulöser Drüsen, welche in neuesten Arbeiten wieder auf's Angelegentlichste vertheidigt wird, eine Berechtigung habe. Nachdem Ciaccio, l. c., p. 17) beschrieben hat, dass einige dieser „Henle'schen Schleimdrüsen" wie Bläschen oder Säckchen aussehen, andere die Form eines verschieden langen, geraden oder gekrümmten oder leicht gewundenen Canals oder Schlauches haben, welcher sich, wenn auch selten, theilen kann (Glandule tubulose composte), so spricht er noch von einer dritten Art von Drüsen, welche nichts Anderes seien, als blosse Aushöhlungen (Scanalature) in der Mucosa, bald tiefer, bald weniger tief, und meistentheils unter einander zusammenhängend. Diese Aushöhlungen würden in vollständige Kanäle umgewandelt durch das Epithel der Bindehaut, welches darüberziehe und sie schliesse, und nur da und dort einige kleine Mündungen

*) Wenn man in der Fig. 3 von Ciaccio die Verhältnisse gerade umkehrte, d. h. die „Glandule mucose" als die Parenchym-Inseln betrachtete, so entspräche die Figur viel besser den gewöhnlichen Verhältnissen.

offen lasse, durch welche der Schleim austreten könne, welcher beständig in ihnen secernirt werde (l. c., pag. 13 und 17). Seine einfachen, bläschen- oder säckchenförmigen Schleimdrüsen entsprechen offenbar den überhaupt nur spärlichen, bisweilen auch ganz fehlenden grübchenartigen Einsenkungen (siehe oben). Die Form von Säckchen oder Bläschen nehmen sie nur an durch pathologische Umwandlung des Epithels im Grunde der Einsenkung in sogenannten Becherzellen, wobei der Grund erweitert wird, während die Oeffnung durch gleichzeitige geringe Schwellung der Schleimhaut-Erhebung, in welcher sie sich befindet, eng bleibt. Was nun aber die zweite und dritte Art von Drüsen, die Kanäle und Schläuche anlangt, so lagen hier entweder ebenfalls pathologische Zustände oder ungenügende Präparate vor. Selbst zugegeben, dass es sich so verhielte, wie Ciaccio angiebt, dass nämlich die Aushöhlungen durch das Epithel bis auf kleine Oeffnungen geschlossen würden, so würde uns dies nach dem uns geläufigen Begriff von Drüsen noch nicht berechtigen, diese Gebilde als Drüsen zu bezeichnen. Uebrigens lehrt ein Blick auf Fig. 1, welche der Fig. 545 in Henle's Eingeweidelehre (pag. 702) vollkommen analog ist, dass das Epithel nicht mehr intact war, und vielleicht abgefallene oder zertrümmerte Epithelzellen die Eingänge zu den Einsenkungen verlegten. Weder auf der Höhe der Papillen (als Tramezzi und Ajuole bezeichnet), noch in den rinnenartigen Vertiefungen entspricht das Epithel in der Abbildung den factischen Verhältnissen; an beiden Localitäten ist es nämlich, wie Waldeyer und Reich als die einzigen unter den zahlreichen Autoren richtig beschreiben und abbilden, und Wolfring noch etwas unbestimmt ausspricht, ein schön entwickeltes Cylinder-Epithel, das aus einer unteren Lage kleiner polyedrischer oder rundlicher Zellen von 0,006—0,008 Mm.

Höhe, und einer oberen Lage mehr oder weniger hoher und schlanker Cylinderzellen besteht. So lange die Einsenkungen noch wenig tief sind, erscheinen die Cylinderzellen sämmtlich von ziemlich gleicher Höhe; mehr gegen den convexen Rand zu sind sie auf der Höhe der Papillen ausgesprochen conisch, mit deutlichen Fortsätzen am Basal-Ende (siehe Reich, l. c., pag. 6), und von ca. 0,016—0,020 Mm. Höhe; in den Buchten dagegen schlanker, häufig von mehr unregelmässiger Form und in der Regel entschieden höher, bis 0,025—0,030 Mm. Aber diese Anordnung findet sich an Präparaten, wo das Epithel tadellos erhalten und nicht durch pathologische Vorgänge, die hier allerdings nicht selten angetroffen werden, verändert ist, gleichmässig im ganzen System der Einsenkungen, nicht blos in den „Ausführungsgängen tubulöser Drüsen" (Reich, pag. 7 und 14). Damit ist auch im Einklang mit Wolfring (l. c., pag. 163), Waldeyer, Ciaccio (l. c., pag. 19) und Reich (l. c., pag. 16) der Ansicht derjenigen widersprochen, welche wie Henle (l. c., Fig. 545), Stieda (l. c., Taf. XX, Fig. 4) und Zehender (Handbuch der ges. Augenheilk., I. B., 1874, pag. 52) „die blinddarmförmigen Drüsen", resp. „die Furchen und Einschnitte" von einer einfachen Lage hoher Cylinderzellen ausgekleidet werden lassen, etwa wie die Lieberkühn'schen Krypten des Darmkanals. Ich glaube darauf besonderes Gewicht legen zu müssen, dass kein irgend wesentlicher Unterschied zwischen dem Epithel der Papillen und dem der Einsenkungen besteht — wir werden später noch einmal darauf zurückkommen — und es scheint mir selbst die Ansicht, die Waldeyer hinstellt, dass die furchenartigen Einschnitte als schleimabsondernde drüsige Bildungen fungiren könnten (l. c., pag. 240), für den normalen Zustand der Bindehaut wenigstens, unannehmbar zu sein, weil ich nach klinischen

Erfahrungen bestreiten muss, dass die normale Bindehaut überhaupt ein schleimiges Secret liefere, wie Ciaccio als ausgemacht anzunehmen scheint (l. c., pag. 18 oben). Das Secret der Bindehaut ist ein wässeriges, dem der Thränendrüse analoges, vielleicht auch vollkommen gleiches (vergl. Arlt, die Krankh. des Auges, I, pag. 6, und de Wecker, Traité théor. et pract. des maladies des yeux, I, 2me. Edit., pag. 9), wie man sich jeder Zeit am Lebenden überzeugen kann, wenn man das obere Lid umstülpt und sorgfältig abtrocknet. In wenig Augenblicken ist es wieder feucht, und nicht etwa vom convexen Rand her, in dessen Nähe die Ausführungsgänge der Thränendrüsen und der acinotubulären Drüsen (Waldeyer) liegen, sondern gleichzeitig an der ganzen Oberfläche.

Wenn schleimige Umwandlung der Epithelzellen stattgefunden hat, welche im Bereiche des Cylinder-Epithels immer die obere Zellschicht betrifft, so fand ich allerdings diese „Schleim-" oder Becherzellen" viel zahlreicher, bisweilen ausschliesslich in den Buchten, während die Oberfläche der Erhebungen intacte Cylinderzellen trug. Aber einerseits muss ich diese Veränderung, welche von Ciaccio (l. c., pag. 15 und 19) und Reich, (l. c., pag. 9) mit grosser Ausführlichkeit beschrieben worden ist, im Einklang mit den genannten Autoren für entschieden pathologisch erklären,*) andererseits

*) Es sind mehr oder weniger leichte catarrhalische Reizzustände der Bindehaut, Fälle von chronischen Granulationen, chronischer Blennorrhoe und Trachom, wobei die in Rede stehende Umwandlung cylindrischer Epithelzellen zur Beobachtung kommt. Auch habe ich dieselbe ebenso, wie Ciaccio und Reich verhältnissmässig häufig bei alten Individuen gesehen, die bekanntlich recht oft an leichtem chronischen Conjunctivalcatarrh leiden; dann aber auch einmal bei einem wenige Wochen alten Kinde. Ich vermisste sie vollständig bei acuter Bindehautblennorrhoe (Blennorrhoea neonatorum) und bei den sog. acuten Granulationen.

kann ich versichern, dass ich in einigen Fällen auch in der Pars orbitalis, jenseits der Grenze des Papillarkörpers, in den Furchen zwischen den horizontalen Falten sämmtliche Cylinderzellen in schleimiger Umwandlung antraf, während auf der Höhe der Falten die Cylinderzellen unverändert blieben. Demnach könnte man nicht einmal unter diesen pathologischen Verhältnissen die furchenartigen Einsenkungen zwischen den Papillen als die wesentlich schleimabsondernden Organe ansehen, sondern es scheinen eben nur die „Schleimzellen" in den Vertiefungen länger zurückgehalten zu werden, während sie an der Oberfläche rasch abgestossen und durch neue intacte Zellen wieder ersetzt werden. Durch diese schleimige Umwandlung des Epithels können die Rinnen und Buchten an umschriebenen Stellen mehr oder weniger beträchtlich erweitert werden, und wenn nun bei gleichzeitiger, wenn auch nur mässiger Anschwellung der Tunica propria conjunctivae da und dort die Eingänge zu den Rinnen sich abschliessen, so hat man kleine mikroskopische Cysten (Tumoretti cistici Ciaccio) vor sich, in denen man nicht selten schleimige Massen angesammelt findet, und welche sich am Lebenden als kleinste durchscheinende Bläschen präsentiren.

Um das Platten-Epithel auf der Oberfläche der Erhebungen zu retten, nehmen einige Autoren (Stieda, l. c., pag. 363, Zehender, l. c., pag. 52) an, dass sich im späteren Leben, „und zwar offenbar in Folge des beständigen Druckes, welcher zwischen dem Augapfel und den Augenlidern stattfindet," das Cylinder-Epithel auf der Oberfläche, welches sie für das Kindesalter zugeben, in ein geschichtetes Platten-Epithel umwandle. So sehr diese Lösung auf den ersten Blick annehmbar scheint, so ist sie gleichwohl unrichtig; und es scheint diese Annahme wohl nur darin ihren Grund zu haben, dass man sich viel leichter frische Kinderleichen verschaffen kann, als solche von Erwachsenen. Wenn man in der Lage ist, auch von Erwachsenen verschiedener Lebensperioden gut erhaltene Präparate zu bekommen, so kann man sich mit Leichtigkeit

von dem constanten Vorkommen des Cylinder-Epithels auf der Oberfläche der Erhebungen überzeugen. Dass die Cylinderzellen hier in der Regel weniger hoch sind als in den Einsenkungen, wurde oben zugegeben, aber zugleich betont, dass sie ihre conische Gestalt nie dabei verlieren. Was übrigens schon von vornherein bei der Annahme eines solchen aus kleinen rundlichen und flachen Zellen bestehenden geschichteten Epithels, wie es von den genannten Autoren beschrieben und abgebildet wird, zur Vorsicht mahnen sollte, ist der Umstand, dass eine derartige Epithelform an keiner Schleimhaut-Oberfläche des menschlichen Körpers wiederkehrt. Ja, noch mehr; wenn es in der That bei länger dauernden trachomatösen oder chronisch-blennorrhoischen Bindehaut-Entzündungen zu einer Umwandlung des Cylinder-Epithels in Pflaster-Epithel gekommen ist, so finden wir das letztere auf der Oberfläche der Papillen und Körner gerade so gebaut, wie wir es an anderen Stellen zu sehen gewohnt sind, d. h. eine Lage cylindrischer Zellen unten, dann rundliche oder polygonale Elemente, und zuletzt mehrere Schichten mehr oder weniger abgeplatteter Zellen. Man hat da vielfach Gelegenheit, an der Mündung der rinnenartigen Einsenkungen den Uebergang der beiden Epithel-Arten zu studiren.*)

Das oben Angeführte gilt ebenso auch gegenüber der früher citirten Darstellung Morano's. Nicht viel besser begründet, als Ciaccio's Annahme von der Existenz tubulöser Drüsen ist die von Reich; letzterer stützt sich dabei auf Präparate (s. Fig. 5, 6 und 7), denen Beweiskraft nicht zugestanden werden kann. Unter den sehr zahlreichen Präparaten normaler Lider, die mir vorlagen, sind mir, sofern die Schnitte in ihrer ganzen Länge streng senkrecht waren, solche Bilder, wie

---

*) An einer anderen Localität, der hinteren, resp. oberen Fläche des Gaumensegels und der Uvula, scheint eine solche Umwandlung vom flimmernden Cylinder-Epithel des Neugeborenen zum gewöhnlichen geschichteten Pflaster-Epithel des Erwachsenen zur Regel zu gehören, wie E. Klein angiebt (Sitzungsbericht der k. k. Academie der Wissensch. zu Wien, 1868, Januar), und wovon ich mich selbst s. Z. überzeugte.

die eben angedeuteten Figuren, niemals vorgekommen, weder jene verzweigten, blindendigenden Gänge, noch jene Querschnitte von Kanälen, noch auch jene ganz und gar eigenthümliche Gestalt der freien Oberfläche der Tunica propria. Alles dieses trifft man aber in der That, sobald man zufällig oder absichtlich vom oberen Theil der Tarsalbindehaut und der Pars orbitalis Schrägschnitte anfertigt, namentlich wenn der Papillarkörper etwas stärker entwickelt ist, und die Erhebungen in der Gegend des convexen Randes z. Th. keulenförmig, somit die Eingänge zu den Rinnen enger sind, als der Grund derselben. Dies scheint bei den Bindehäuten, von denen Reich's Abbildungen entnommen sind, wirklich der Fall gewesen zu sein, wie aus der verhältnissmässig starken Entwickelung der Papillen und der lymphoiden Einlagerung in Fig. 1, welche aus der Mitte der Tarsushöhe stammt, zu ersehen ist. Je mehr die Schnittrichtung im Bereiche der Conjunctiva von der senkrechten sich entfernt, um so sicherer erhält man Bilder, die den von Reich gegebenen Figuren gleichkommen (vergl. pag. 7 oben, die Beschreibung von Flächenschnitten). Wie leicht man gerade von dem obersten Theile der Conjunctiva tarsalis und von der Pars orbitalis Schrägschnitte bekommt, habe ich aus eigenen und meiner Schüler Arbeiten zur Genüge erfahren. Da das Gewebe hier lockerer und nachgiebiger ist, so weicht es leicht beim Schneiden etwas aus, oder ändert auch schon beim Einbetten seine Richtung.

Bezüglich des Epithels habe ich der Vollständigkeit halber noch einige Worte über den Uebergang des geschichteten Pflaster-Epithels der inneren Lidkante in das Cylinder-Epithel der Conjunctiva tarsi hinzuzufügen. Es existirt darüber nur eine kurze Bemerkung bei Waldeyer (l. c., pag. 239), und wir vermissen ganz und gar Angaben über den Ort des Uebergangs. Beim Erwachsenen traf ich im Durchschnitt schon 0,5 Mm. jenseits der inneren Lidkante schön ausgebildetes

Cylinder-Epithel; hier ist es aber noch stark geschichtet, etwa wie das Epithel der Trachea, wenn man sich die Flimmerhärchen des letzteren wegdenkt (siehe Waldeyer, l. c., Fig. 26). Bei einer Mächtigkeit der ganzen Epitheldecke von 0,10—0,12 Mm., besitzen die obersten Cylinderzellen eine Höhe von 0,012—0,016 Mm. Bei den Basalzellen überwiegt hier noch der Höhendurchmesser mehr oder weniger den queren. Die Zellen der mittleren Lagen sind nicht selten nach beiden Seiten hin in Spitzen ausgezogen, mit denen sie sich zwischen die Nachbarn nach oben und unten einschmiegen. Circa 0,4 Mm. weiter aufwärts (oberes Lid), also ca. 0,9 Mm. über der Lidkante, ist das Epithel bereits auf 3 Schichten reducirt, ist im Ganzen nur mehr 0,04 Mm. dick; und bald darauf wird es zweischichtig; dabei werden die Basalzellen rasch niedriger, während die Cylinderzellen allmälig noch an Höhe zunehmen, bis 0,018 und 0,020 Mm. Beim Neugeborenen sind die Verhältnisse bezüglich des Epithels schon nahezu vollständig dieselben, wie beim Erwachsenen; nur ist das geschichtete Cylinder-Epithel nächst dem Lidrande etwas weniger dick, und reicht die Grenze zwischen Pflaster- und Cylinder-Epithel nicht etwa entsprechend der geringeren Höhe des Tarsus weniger weit hinauf, sondern befindet sich schon in derselben Höhe, d. i. ca. 0,5 Mm. über der Lidkante. Bei menschlichen Embryonen aus dem 6. Schwangerschaftsmonate fand ich die besagte Grenze ziemlich constant sogar noch höher hinaufreichend (auf 0,7—0,8 Mm.). Obwohl schon etwas vor derselben die oberflächlichen Zellen weniger platt werden, so beginnen sie doch erst von dort an durch ihre ausgesprochen conische Gestalt sich als „Cylinderzellen" zu documentiren; vereinzelte Cylinderzellen oder ganz kleine Inseln von solchen finden sich zuweilen schon etwas früher zwischen den flachen Oberflächenzellen. Da wo das Cylinder-Epithel seinen Anfang nimmt, beträgt die Mächtigkeit der Epitheldecke nur 0,012 Mm. Die Cylinderzellen nehmen von da nur sehr allmälig an Höhe zu, erreichen aber doch gegen den convexen Rand des Tarsus zu schon die Länge von 0,02 Mm. Hier zeichnen sie sich dann durch grosse Regelmässigkeit und Constanz in Form und Höhe aus.

In gleicher Weise schwankend, wie die Entwickelung des Papillarkörpers der Bindehaut ist die Aus-

breitung und Ausbildung der lymphoiden Infiltration, und in gleicher Weise macht sich hier der Mangel an Uebereinstimmung zwischen den verschiedenen Autoren fühlbar. Während einige überhaupt über die Ausbreitung derselben kein Wort verlieren, und nur ganz allgemein ihre Existenz erwähnen (Kölliker, Stieda, Zehender u. A.), lassen sie Andere über den ganzen Tarsal- und Uebergangstheil (Ciaccio, l. c., pag. 7, Reich, l. c., pag 18*), Morano, l. c., pag. 22), ja Henle sogar auf die conj. bulbi (l. c., pag. 704) sich erstrecken; und Waldeyer findet eine reticulirte Beschaffenheit des Stromas, ein adenoides Gewebe, bloss „in dem hinteren, dem Furchennetze der Bindehaut entsprechenden Abschnitte" entwickelt (l. c., pag. 240).

Man kann mit voller Präcision sagen, dass die Entwickelung und Ausbreitung der lymphoiden Infiltration in einem geraden Verhältniss steht zur Entwickelung und Ausbreitung des Papillarkörpers. (Vgl. oben p. 4 u. 5.)

Wenn wir zunächst die Bindehaut von ca. sechsmonatlichen menschlichen Embryonen in Augenschein nehmen, so finden wir die Oberfläche der ganzen Tarsalbindehaut (welche, am oberen Lid in dessen Mittellinie gemessen, eine Höhe von 3,12 — 3,15 Mm. hat) noch vollkommen glatt und eben. Ihre Mächtigkeit nimmt vom freien Rand gegen den convexen allmälig zu; (im Bereich des Pflaster-Epithels 0,02 Mm. dick, hat sie beim Uebergang des letzteren in's Cylinder-Epithel (s. oben) bereits eine Mächtigkeit von 0,03—0,04, und am oberen Ende des Tarsus von 0,05—0,06 Mm.). Sie wird gebildet aus einem Mattenwerk zarter Bindegewebsbündel, welche

*) Reich sagt wörtlich: Das Grundgewebe der Papillen und der obersten Schichten der Tunica propria conjunctiva überhaupt ist sowohl auf dem Tarsaltheil als auch auf dem Fornixtheil (hier nur in den oberflächlichsten Schichten) ein reticuläres Stroma mit eingestreuten lymphoiden Zellen (adenoides Gewebe).

vorzugsweise in einer mit der Oberfläche parallelen Ebene sich durchflechten, aber auch von zahlreichen Bündeln gekreuzt werden, welche von dem dichten Fasergeflecht des Tarsus entspringend in senkrechter oder mehr schräger Richtung der freien Oberfläche zustreben und dort pinselförmig ausstrahlen. (Wolfring, l. c., pag. 165, erwähnt dieser Bündel zuerst). Gegen den freien Rand zu ist dieses Mattenwerk dicht und straff; je mehr gegen den convexen Rand zu, um so lockerer wird es, um so mehr treten die Bindegewebsbündel aus der mit der freien Oberfläche parallelen Ebene heraus, um sich in den verschiedensten Richtungen zu durchsetzen, um so häufiger gehen Faserzüge aus dem Tarsus in die Bindehaut über. Während hier die den Bündeln anliegenden Bindegewebszellen mit ihren deutlich hervortretenden ovalen Kernen die einzigen zelligen Elemente bilden, kommen erst in der obersten Partie der Tarsalbindehaut lymphoide Elemente hinzu, welche nun rasch an Zahl wachsen, und die Lücken zwischen den hier mehr auseinander weichenden Bindegewebsbündeln einnehmen. Immer bleibt aber diese Struktur noch fern von der des cytogenen oder lymphdrüsenähnlichen Gewebes. Im orbitalen Theil nimmt die lymphoide Infiltration ebenso rasch wieder ab.

Es dürfte nicht uninteressant sein, hier die Bemerkung anzuknüpfen, dass die Meibom'schen Drüsen hier blos die untere Hälfte der Tarsuslänge oder wenig darüber einnehmen, und der von Drüsen freie Theil in seiner mittleren Partie ein auffallend lockeres Gewebe zeigt, in welchem zahlreiche zellige Elemente enthalten sind; dieselben haben theils einen runden Kern und sehr spärliches Protoplasma, theils einen ovalen, und erscheint das Protoplasma nach zwei oder mehr Richtungen in kurze Fortsätze ausgezogen. An der vorderen und hinteren Oberfläche ist das Gewebe des Tarsus aber auch in diesem drüsenfreien Abschnitte sehr dicht, laufen die Bindegewebsbündel vorzugsweise der Oberfläche parallel von oben

nach unten, und sind spärliche spindelförmig aussehende Zellen in die engen Saftlücken eingebettet. In dem noch freien Theile des Tarsus sind die Gefässnetze, welche die Drüsenbeeren umspinnen sollen, bereits vorgebildet, und weisen gewissermaassen der wachsenden Drüse den Weg an. Die obersten Acini sind noch klein, und die Enchymzellen selbst kleiner, weniger platt, und noch nicht oder nur andeutungsweise mit Fettkörnchen erfüllt. Sehr bald gewinnen sie aber ihr bekanntes charakteristisches Aussehen.

An Stellen, wo acino-tubuläre Drüsen im Bereich des Tarsus vorkommen (Ciaccio's glandule acinose tarso-congiuntivali), finden wir dieselben auch hier schon an dem Platze, wo sie uns beim Erwachsenen begegnen, nämlich im obersten Ende des Tarsus, nur sind sie hier noch durch eine beträchtliche drüsenlose Strecke von den obersten Acinis der Meibom'schen Drüsen getrennt. Sie enthalten noch wenig Endschläuche, und sind mit einem schönen (0,01—0,012 Mm. hohen) Cylinderepithel ausgekleidet.

Beim neugeborenen Kind ist die Oberfläche der Bindehaut im Bereich der zwei unteren Drittel (bisweilen noch etwas mehr, bisweisen weniger) vollkommen glatt und eben, resp. es werden flach wellige Niveaudifferenzen der Tunica propria durch das Epithel ausgeglichen; dann beginnen niedrige Hügel und cylindrische Erhebungen welche gegen den convexen Rand des Tarsus an Höhe allmälig zunehmen, und jenseits desselben rasch wieder verschwinden. (Vgl. Waldeyer, l. c., Fig. 26.) In Bezug auf den histologischen Bau des Stromas ist die Bindehaut des Neugebornen noch in nichts wesentlich verschieden von der des Embryo in den letzten Schwangeschaftsmonaten. Die lymphoide Einlagerung hat zwar an Ausdehnung etwas zugenommen, beschränkt sich aber auf den obersten mit papillenartigen Erhebungen versehenen Theil der Conjunctiva tarsi und den Anfang der Pars orbitalis. Typisch adenoides Gewebe vermissen wir auch hier noch vollständig, wie schon Stieda und Blumberg angegeben haben. Die lymphoiden Zellen

nehmen eben die Lücken zwischen den hier etwas auseinanderweichenden zarten Bindegewebsbündeln ein. Bei einige Wochen alten Kindern ist bereits in dem obersten Abschnitte des Tarsaltheils adenoides Gewebe ausgebildet; die Zahl der lymphoiden Zellen hat zugenommen und es sind die Bindegewebsbündel aufgelöst in ein feinstes Netz homogener, stärker lichtbrechender Fäden, welche hier wenigstens feiner sind, als in Reich's Abbildung (Fig. 4) zu ersehen ist. An Knotenpunkten finden sich vielfach ovale Kerne mit etwas körniger Substanz an ihren Polen; kurz wir haben an ausgepinselten Stellen vollständig das Bild eines Lymphdrüsen-Reticulums vor uns. Von einem anastomosirenden Zellennetz, von dem Waldeyer bei jüngeren Individuen spricht, konnte ich mich nirgends überzeugen — es müsste denn sein, dass in ähnlicher Weise, wie E. Klein von der Milz nachgewiesen hat*), endotheliale Bindegewebszellen, bei der Auffaserung und Umbildung des fibrillären Bindegewebes von den Bündeln gewissermassen abgelöst, ein zart membranöses Fachwerk bildeten, und an Durchschnitten dann als sternförmige Zellen oder feine Fädchen imponirten. Zur Begründung einer solchen Vermuthung kann ich nichts positives beibringen, weil die von mir angewendeten Methoden nicht auf eine solche Untersuchung berechnet waren. So wohl an der oberen und unteren Grenze der lymphadenoiden Strecke, als auch gegen das Tarsus- und subconjunctivale Zellgewebe zu, kann man die allmälige Umwandlung und den Uebergang der einfachen lymphoiden Einlagerung in typisch adenoides Gewebe studiren. (Es ist dies auch angedeutet in der oben citirten Fig. 4 von Reich.) An einer grösseren Zahl von Präparaten von verschieden alten Kindern überzeugt man sich leicht von der allmälig

*) Observations on the structure of the pleen. Quart. Journ. of micr. sc. 1875, pag. 363, pl. I.

wachsenden Ausbreitung der adenoiden Substanz, obwohl sich Zahlenangaben im Verhältniss zum Alter nicht machen lassen, weil auch bei Kindern desselben Alters doch zu grosse Schwankungen vorkommen.

Bei Erwachsenen fand ich bei jener Reihe von Lidern, bei welcher der Papillarkörper die relativ geringste Entwickelung zeigte, und auf das hintere Drittel der Tarsalbindehaut, oder wenig mehr beschränkt war (siehe oben pag. 5), auch das adenoide Gewebe auf die mit papillenartigen Erhebungen besetzte Region und die nächst angrenzende Partie der Pars orbitalis reducirt, und darüber hinaus nur mehr vereinzelte lymphoide Zellen in Spalträume des Bindegewebes eingelagert. In der grossen Mehrzahl von Lidern, die man zur Untersuchung bekommt, ist aber die Ausdehnung des Papillarkörpers, resp. des Furchennetzes so wohl nach oben, als nach unten eine grössere, und da trifft man auch das adenoide Gewebe über die ganze hintere Hälfte der Tarsalbindehaut und einen mehr oder weniger grossen Abschnitt der Pars obitalis ausgebreitet. Anfangs nur auf die Papillen beschränkt, betrifft es dann die Schleimhaut in ihrer ganzen Dicke, und verliert sich gegen den Fornix zu allmälig wieder, indem es zuletzt nur mehr auf die oberflächlichste Schicht der Mucosa reducirt ist, um weiterhin einer lockeren Durchsetzung des Gewebes mit vereinzelten Lymphzellen zu weichen. In jenen Fällen, welche wir oben in Bezug auf die Entwickelung des Papillarkörpers an die äusserste Grenze des physiologischen verweisen mussten — so weit sich hier überhaupt Grenzen ziehen lassen — finden wir, bei entsprechender Zunahme der Mächtigkeit der Tunica propria conjunctivae im Ganzen, auch die adenoide Beschaffenheit des Gewebes mehr oder weniger nahe gegen den freien Lidrand sich erstreckend und nach rückwärts bis in die Uebergangsfalte reichend. Lider,

wie sie mir auch zuweilen vorkamen, bei welchen die adenoide Substanz schon unmittelbar über der inneren Lidkante begann, müssen entschieden für pathologisch erklärt werden, was sich auch durch die Anwesenheit zahlreicher „Schleimzellen" im Epithel kund gab.

In allen diesen Fällen konnte man sich deutlich überzeugen, dass das Auftreten einer homogenen Grenzmembran, welche von Stieda, Ciaccio, Reich und Morano beschrieben wird, streng an die Ausbildung adenoiden Gewebes geknüpft ist. So lange und so weit typisch adenoides Gewebe noch fehlt, ist, an Schnitten wenigstens, von einer Begrenzungsschicht, welche sich irgendwie, etwa durch ihre Lichtbrechung, vom unterliegenden Bindegewebe unterschiede, nichts zu sehen, so wenig wie an der Conjunctiva scleroticae, der eine homogene Grenzmembran ebenfalls abgeht. An letzterer konnte ich mich allerdings überzeugen, dass die das Epithel unmittelbar tragende dünnste Bindegewebslage viel fester und dichter gewoben ist, und macerirenden Reagentien einen viel grösseren Widerstand entgegensetzt, als die darunter liegenden Strata.*) Eine solche dichtere subepitheliale Lage ist nun wohl auch an der Oberfläche der Conjunctiva tarsalis und orbitalis anzunehmen; und diese ist es dann, welche, wenn das fibrilläre Bindegewebe der Tunica propria in ein Reticulum umgewandelt ist, als Grenzmembran zu-

*) Ich machte diese Beobachtung bei Gelegenheit der Untersuchung der Ausbreitung und Endigung der Nerven in der Bindehaut, und will hier bemerken, dass ich mich in allem Wesentlichen an Ciaccio's Darstellung (pag. 34—41), und speciell in Bezug auf die Krause'schen Endkolben den Resultaten der sorgfältigen und eingehenden Arbeit von Longworth und Waldeyer (Max Schultze's Arch. f. micr. Anat. XI, pag. 653—660 und Taf. XLIV) rückhaltslos anschliesse. Nur von der Existenz der fiocchetti nervosi terminali Ciaccio's (l. c., pag. 37) habe ich mich ebenso als Longworth überzeugen können.

rückbleibt, in die die Bälkchen des Reticulums auslaufen, und welche ganz ebenso wie diese homogen und stärker lichtbrechend erscheint, und die Essigsäure und Natronlösung stark aufquillt. Ciaccio giebt noch an, dass sie nach Einwirkung von hypermangansaurem Kali sich in zarte Fäserchen auflöst (l. c., pag. 8).

Wir haben gesehen, dass bei der fortschreitenden Entwickelung der Bindehaut die Conjuntiva tarsi von der letzten Zeit des intrauterinen Lebens an ein rascheres Wachsthum besitzt als ihre Unterlage, und sich somit in demjenigen Abschnitte, wo ihre Verbindung mit der letzteren weniger fest ist, d. i. gegen den convexen Rand des Tarsus zu, falten muss. Nur findet die Faltung, diese Vergrösserung der Oberfläche in einer ganz bestimmten und eigenartigen Weise statt, indem halbkugelige oder cylindrische Höckerchen auftreten, welche durch das bekannte Furchennetz von einander getrennt werden. (Vgl. auch Wolfring, l. c., pag. 164.) Ziemlich gleichen Schritt mit dieser Oberflächenvergrösserung hält die Ausbildung adenoiden Gewebes; ja es ist die wachsende lymphoide Einlagerung wohl mit ein Hauptfaktor der Massenzunahme der Bindehaut. Wie haben ferner gesehen, dass in diesen beiden Beziehungen grosse individuelle Schwankungen vorkommen. Es ist schwer zu entscheiden, ob dieselben einfach in dem strafferen oder weniger straffen Anliegen der Lider an den Bulbus, also einer mehr oberflächlichen oder tieferen Lage des letzteren, resp. einer geringeren oder grösseren Länge der Lidspalte — zum Theil wenigstens — ihren Grund haben; oder ob der Zustand, wo die Erhabenheiten und die adenoide Einlagerung über die Mitte des Tarsus hinaus gegen den Lidrand hin ausgebreitet erscheinen, nicht schon als pathologisch, als das Resultat eines Reizzustandes aufzufassen sei, wie er an den Bindehäuten der Menschenklasse, deren Lider wir hauptsächlich zur ana-

tomischen Untersuchung bekommen, im Leben häufig angetroffen wird. Es verwischt sich eben hier in der That die Grenze zwischen dem physiologischen und pathologischen Zustande vollständig. Ein Umstand ist meines Erachtens noch besonderer Berücksichtigung werth, d. i. dass auch die unter dem Einflusse pathologischer Reize auftretende Schwellung und Rundzelleninfiltration sich nicht etwa unter dem Bild einer gleichmässigen Verdickung der Tunica propria conjunctiva und einer Vergrösserung der vorhandenen Papillen ausprägt, sondern nebst diesem zum Hervortreten mehr oder weniger zahlreicher neuer papillenartiger Erhebungen führt, und zwar nach beiden Richtungen hin, so wohl auf den ersten Falten der Pars orbitalis, die normaliter in ihrem weitaus grössten Antheile glatt ist, als auch gegen den Lidrand zu, indem hier kleinwellige, flachhügelige Unebenheiten, welche durch das Epithel sonst vollkommen ausgeglichen werden, zu Papillen sich erheben, die durch seichtere oder tiefere Einschnitte getrennt sind, so wie sie unter normalen Verhältnissen erst in der hinteren Hälfte des Tarsus und gegen die Winkel zu angetroffen werden; und dass ferner die lymphoide Infiltration in der Form des typisch adenoiden Gewebes mehr oder weniger weit gegen den freien Lidrand vorrückt. Besonders instructiv war in dieser Beziehung die Bindehaut eines wenige Wochen alten Kindes;*) denn während, wie wir gesehen haben, im normalen Zustande Papillen nur im hintersten Drittel der Tarsalbindehaut vorkommen, und adenoides Gewebe noch gar nicht vorhanden, oder in den ersten Anfängen auf die Papillenspitzen beschränkt ist, erstrecken sich hier papillenartige Erhebungen sowohl auf den Anfang

---

*) Es handelte sich um einen mässigen katarrhalischen Reizzustand der Bindehaut.

der Pars orbitalis als auch etwas über die Mitte des Tarsus nach abwärts, und nahm ein typisch adenoides Gewebe die eben genannte Region so wie den übrigen Theil der Pars orbitalis bis zur Uebergangsfalte ein; auch eine Basalmembran fehlte nicht im Bereich der adenoiden Strecke. (Diess gilt von der mittleren Partie des oberen Lides; gegen die Winkel zu rückte die Entwickelung von Papillen und adenoiden Gewebe noch näher an den freien Lidrand hin; am unteren Lide waren die Veränderungen der Tarsalbindehaut weniger ausgesprochen, hingegen die Uebergangsfalte stärker geschwellt. Die Berücksichtigung dieser eben angeführten Verhältnisse giebt wohl eine weitere Stütze für die oben aus den morphologischen Eigenschaften der normalen Bindehaut (Gleichartigkeit der Capillaranordnung und des Epithels) abgeleitete Ansicht, dass zwischen den Papillen und den Einsenkungen keinerlei etwa auf die Function oder Bedeutung dieser Gebilde sich beziehender Unterschied besteht, sondern, dass es sich bei dieser anatomischen Einrichtung lediglich um eine Oberflächenvergrösserung handle. Ebenso sieht man in Bezug auf das adenoide Gewebe, dass demselben wohl keine besonders hohe Wichtigkeit für die Function der Conjunctiva tarsi und orbitalis beigemessen werden kann. Denn wenngleich es, mit Ausnahme der Bindehaut des Neugeborenen, nie ganz vermisst wird, so ist doch seine Ausdehnung in manchen Fällen, wie wir gesehen haben, eine recht geringe, und überhaupt in hohem Grade schwankend; es führt eben jede reichlichere Anhäufung lymphoider Zellen in der Conjunctiva tarsi und orbitalis (so lange sie eine gewisse Grenze nicht überschreitet) zur Herstellung adenoiden Gewebes; und so sehr auch das letztere nicht nur in der Anordnung seiner Elemente sondern auch in dem optischen Verhalten seiner Fasern vom fibrillären Bindegewebe sich unterscheide, so finden

wir doch schon im normalen Zustand der Bindehaut zahlreiche Uebergänge der beiden Bindegewebsarten, und ersehen aus den angedeuteten pathologischen Vorgängen, dass nicht nur das erstere aus dem letzteren entstehen kann, sondern auch, da diese Vorgänge — soweit wir dies wenigstens klinisch constatiren können — eine vollständige Restitutio ad integrum zulassen, adenoides Gewebe sich mit dem allmäligen Schwinden der lymphoiden Zelleneinlagerung in gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe zurückzubilden vermag. Es fehlt auch nicht an analogen Vorgängen an anderen Localitäten des Körpers, auf die ich hier nicht näher eingehen kann.

Was nun noch die Frage nach dem Vorkommen der Lymphfollikel in der Bindehaut des Menschen anlangt, so kann ich nur mit Waldeyer und Reich versichern, dass ich bei der grossen Zahl von untersuchten Lidern niemals, an keiner Localität der gesunden Conjunctiva Lymphfollikel angetroffen habe, und das Vorkommen solcher Gebilde beim Menschen als entschieden pathologisch zu betrachten ist. Ciaccio, der sie unconstant und in geringer Zahl beim Menschen gefunden zu haben angiebt, beschreibt sie als nicht deutlich abgegrenzte, nur durch eine dichtere Anhäufung der lymphoiden Zellen von der umgebenden reticulirten Bindesubstanz sich unterscheidende Bildungen, und fügt noch hinzu, dass in den meisten der Fälle, wo sie sich vorfanden, die Schleimhaut aussergewöhnlich stark mit lymphoiden Zellen infiltrirt und mit Papillen von verschiedener Gestalt und Grösse besetzt war. (l. c., pag. 27 und 28).

Bekanntlich kamen auch Stromeyer, Blumberg und Wolfring zur Ueberzeugung, dass die sogenannten Trachomdrüsen oder Trachomfollikel in's Gebiet des Pathologischen gehörten, gingen aber wieder entschieden zu weit, wenn sie die Lymphfollikel bei denjenigen

Thieren, bei denen sie im erwachsenen Zustande nie vermisst werden, ebenfalls als nicht normal functionirende Gebilde, als krankhafte Producte betrachten. Wenn auch bei den Hausthieren die Lymphfollikel der Conjunctiva in Anzahl und Ausbildung nicht immer constant gefunden werden, so ist doch, wie die Schmid'schen Untersuchungen*), die ich im vollen Maasse bestätigen kann, zuerst bestimmt ergeben haben, ihr Vorkommen ein so beständiges, ihr Fundort für die verschiedenen Species so charakteristisch und consequent, endlich die Art und Zeitdauer ihrer Entwickelung eine so gesetzmässige, dass wir von allen sonst leitenden Gesichtspunkten bei der Beurtheilung des Normalen und Pathologischen abweichen müssten, wollten wir diese Gebilde als etwas krankhaftes ansprechen. Sehr beachtenswerth ist auch die Bemerkung, die Schmid hinwirft (l. c., pag. 13), dass wir in der Bindehaut der Thiere niemals die weiteren Folgezustände antreffen, die sich beim Menschen an die Production jener analogen Gebilde anschliessen. Das Unrichtige liegt eben darin, dass man das bei Thieren Gefundene auf Grund einzelner anologer Beobachtungen beim Menschen ohne weiteres auf diesen übertragen hat. Schon im Entwickelungsgang der Conjunctiva liegt ein beachtenswerther Unterschied. Während bei den neugeborenen Thieren das Stroma der Bindehaut in den Regionen, wo wir später Lymphfollikel finden, ein diffus adenoides ist, welches in dem Maasse, als die Ausbildung der Follikel vorschreitet, mehr und mehr schwindet, um einem zellenarmen fibrillären Bindegewebe Platz zu machen, so sehen wir beim neugeborenen Kind bloss an einer ganz umschriebenen Stelle in der Gegend des convexen Randes des Tarsus eine lockere diffus lymphoide Infiltration, aus welcher

*) Lymphfollikel der Bindehaut des Auges. Wien 1871.

sich nachher typisch adenoides Gewebe entwickelt. Dieses letztere persistirt aber dann auch als solches in einem mehr oder weniger grossem Antheil der Conjunctiva tarsi und orbitalis für Lebenszeit.

Es seien mir zum Schlusse noch ein Paar Bemerkungen erlaubt bezüglich der von Waldeyer sehr passend sog. acinotubulären Drüsen der Conunctiva. Was ihren feineren Bau betrifft, so hat Waldeyer in kurzen Zügen die von allen Beschreibungen zutreffendste gegeben (l. c., pag. 238), und ist derselben nichts hinzuzufügen. Nur bezüglich des Sitzes dieser Drüsen herrschen noch einige Differenzen.

Ueber die im Uebergangstheil gelegenen Drüschen, welche unter dem Namen der Krause'schen Drüsen (glandes sous-conjonctivales, Sappey) bekannt sind, ist man einig, dass sie in Anzahl, Grösse und Lagerung sehr variiren können. Im Durchschnitt findet man wohl etwa 10 bis 16 in der obern (Krause hat einmal 42 gezählt), und 2 bis 6 in der unteren Uebergangsfalte. Die obere enthält Drüschen ihrer ganzen Ausdehnung entlang, jedoch mit wachsender Zahl und Grösse gegen den äusseren Winkel zu. Am häufigsten sind sie an der Umschlagsfalte selbst anzutreffen; gegen den Rand des Tarsus hin werden sie immer sparsamer. W. Krause sah sie auch noch in einigen wenigen Exemplaren (1—4) dicht am Tarsus*), was ich vollkommen bestätigen kann. Ich fand einige Male an einem und demselben Schnitte (ziemlich aus der Mitte des Lides) eine ganze Kette von Drüschen, von der Uebergangsfalte bis an den convexen Rand des Tarsus reichend, und selbst noch ein Weniges über denselben herab an dessen Vorderseite, wo sie dann wie in einer kleinen Nische dem Tarsus angeschmiegt lagen. An anderen Schnitten aus der-

*) Zeitschrift f. rationelle Medizin. 1854. pag. 337.

selben Region fanden sich dann auch solche Drüschen im Gewebe des Tarsus selbst gelegen, so dass also stellenweise wenigstens ein continuirlicher Uebergang zwischen beiden Fundorten vermittelt wird. Was nun diese im oberen dreikantig - prismatischen Ende des Tarsus eingebetteten Drüsen betrifft*), welche Ciaccio, Sappey's Nomenclatur folgend, ganz passend Glandule tarso-congiuntivali nennt, so sind die Angaben über ihren Fundort zum Theil geradezu einander entgegengesetzt. Während Klein darüber gar nichts aussagt**), versetzen sie Wolfring und Waldeyer an die nasale Hälfte des Lides***) und Ciaccio bezeichnet dies wieder als einen „grossen Irrthum", und behauptet, dass sie constant in der Gegend des äusseren Winkels zu finden sind†).

Ich selbst fand sie wiederholt in schön entwickelten Exemplaren an Schnitten, die aus der Mitte des Lides stammten, und von da weg gegen die innere Hälfte hin. Da nun kein Grund vorliegt, an der Richtigkeit der verschiedenen Angaben zu zweifeln, so geht daraus nur hervor, dass sich überhaupt kein für alle Fälle gültiger Standort für diese Drüschen angeben lässt, sondern, dass

---

*) Dass W. Krause diese Drüsen auch schon gekannt hätte, wie Reich vermuthet (l. c., pag. 17 Anm.), muss als unrichtig bezeichnet werden. Es geht dies mit Bestimmtheit hervor aus einer Stelle in W. Krause's Abhandlung über die Anatomie der Conjunctiva in L. de Wecker's Traité théor. et prat. des mal. des yeux (deuxième Edit., pag. 8), wo er sagt: Je n'ai jamais rencontré des glandes ni dans la portion palpébrale, ni dans le portion bulbaire de la conjonctive.

**) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1872. pag. 1148.

***) Wolfring Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1872. No. 54, und Beitrag zur Lehre von den contagiösen Augenentzündungen. Beilageheft zu d. klin. Monatsbl. für Augenheilk. 1874. Waldeyer, l. c., pag. 238.

†) l. c., pag. 20.

sie ebenso wie an Zahl (Wolfring, Beitrag z. Lehre v. d. cont. Augenentz. pag. 12), auch in ihrem Sitz in hohem Grade variiren können.

In Bezug auf ihren feineren Bau möchte ich nur bemerken, dass ich weder beim Neugeborenen noch beim Erwachsenen finden konnte, dass die Drüsen von reticulirter Bindesubstanz umschlossen würden, welche aus verzweigten Zellen mit in den Netzmaschen eingelagerten Lymphkörperchen bestände, wie Ciaccio angiebt, und worauf er grosses Gewicht legt. (l. c., pag. 21). Ich fand immer nur, dass die Drüsen unmittelbar in's Gewebe des Tarsus eingebettet sind, dessen weit auseinander weichende Faserbündel sie aufnehmen, und auch die zwischen die kleineren Abtheilungen der Drüsen sich einsenkenden Septa abgeben. Auch die feineren Verzweigungen des Stromas, welche als Träger der zahlreichen Gefässe den Schlauchenden überall hin folgen, bestehen aus gewöhnlichem fibrillärem Bindegewebe, welches bloss hier lockerer und zarter ist. Im normalen Zustande finden sich nur ganz vereinzelte lymphoide Zellen darin, ebenso wie im Bindegewebe der Krause'schen Drüsen. Dieselben sah ich aber schon bei mässigen entzündlichen Reizungen der Bindehaut an Zahl sehr beträchtlich vermehrt (Vgl. Wolfring, Beitrag zur Lehre etc., pag. 21 ff.), ohne dass das umgebende Gewebe (subconjunct. Bindegewebe, resp. Tarsus) gleichzeitig Sitz zelliger Infiltration wäre. Solchen nicht mehr normalen Präparaten ist offenbar Ciaccio's Beschreibung entnommen (wir haben ja dasselbe bei seiner Darstellung der Histologie der Conjunctiva gesehen); und ausserdem ist wohl sein Netz sternförmiger Zellen (Fig. 22) Product der Goldbehandlung.

Ueber Kapseldurchschneidungen und dadurch bedingte Krümmungsveränderungen der menschlichen Hornhaut.

Von

Dr. W. Röder.

Ich habe auf der Ophthalmologen-Versammlung im Herbste 1875 in Heidelberg einige vorläufige Mittheilungen gemacht, welche meine damaligen Erfahrungen über das Thema dieser Arbeit darlegten.

Da vielen der Leser meine Angaben unbekannt oder nicht leicht zugänglich sind, es auch des Zusammenhanges wegen nützlich erscheint, so werde ich dieselben mit einigen Zusätzen kurz recapituliren.

Ich hatte mir längst ein Instrument gewünscht, mit welchem man sicher die Kapsel durchschneiden könne, da diese Frage ja öfter an uns herantritt, um Störungen, welche nach der Extraction der Cataracta im Gesichtsfelde, und zwar besonders im centralen Gebiete zurückbleiben, auf rationelle Weise zu beseitigen.

Ich hatte immer einen grossen Widerwillen gehabt gegen die bis heute gebräuchlichen Methoden der Nachstaaroperation, von der Zerreissung mit zwei Nadeln oder mit dem Häkchen an bis zu der vollständigen Her-

ausnahme des Nachstaars mit dem Häkchen, trotz der manchmal gewiss glänzenden Vollführung und der Resultate dieser Methode, welche Agnew im Jahre 1865 in meiner Klinik in Heidelberg vor einer grossen Anzahl von Mitgliedern der ophthalmologischen Gesellschaft so meisterhaft ausführte.

Manche traurigen Resultate hatten mich bewogen, davon für die Zukunft abzusehen und lieber die Sehstörung, wenn sie nicht zu stark war, zu belassen, als einen doch so zweifelhaften Versuch zu machen.

Auch muss ich gestehen, dass mir die betreffenden Verfahrungsweisen immer, selbst bei sorgsamster Ausführung, als ein in hohem Grade roher Eingriff erschienen für ein einerseits allerdings so widerstandsfähiges, andererseits aber doch auch oft so subtiles Organ. Es lässt sich eben kaum eine stärkere Zerrung der Zonula bei denselben vermeiden; und wie sollte, was sich bei der Herausnahme der Linse mit der Kapsel in pleno und annähernder oder gar vollständiger Integrität der Zonula als so gefährlich erwiesen, weniger gefährlich sein bei der Zerreissung oder Anreissung der Kapsel allein?

Gerade nach abgelaufener Extractionsheilung bilden sich in den verschiedenen Richtungen, hauptsächlich im verticalen Meridian des Auges Verwachsungen und Anlöthungen, besonders in der Gegend der Cornealwunde, welche wir kein Mittel haben genau zu taxiren.

Während bei der Extraction der Cataracta mit der Kapsel doch wenigstens eine annähernd gleichmässige, jedenfalls nur eine solche Festigkeit in Betracht kommt, welche nicht grösser, sondern eher kleiner als normal angenommen werden kann, können wir bei unseren wohlgemeinten Versuchen mit Nadeln oder Häkchen unglücklicherweise (und ich kann davon selbst reden)

gerade eine stärker gespannte und weniger nachgiebige Stelle treffen und damit das grösste Unheil anstiften.

Oft war es mir früher sehr wünschenswerth, ein Mittel zu kennen, um einzelne, besonders stark erscheinende Anspannungen der Kapsel (nach abgelaufener Extractionsheilung) zu lösen, und war es mir öfter allerdings nur dem Augenscheine nach selbst so vorgekommen, als ob an der betreffenden Stelle sogar eine stärkere Einkerbung des Corneo-Scleralfalzes sich zeige.

Ich war daher meinem verehrten Collegen v. Wecker und seinem Instrumentenmacher Lüer in hohem Grade dankbar für die Erweiterung unseres Instrumentariums durch die Pince-ciseaux (zur Iritomie), welchen ich sofort, und noch ohne sie zur Iritomie selbst verwendet zu haben, einen neuen und, wie ich hoffe, nicht weniger dankbaren Wirkungskreis, zur Durchschneidung der Kapsel, anwies.

Da es mir in erster Linie nur auf die Verbesserung der Sehschärfe, also auf die Durchschneidung getrübter, resp. verdickter Kapseln ankam, so ging ich in der ersten Zeit (auf welche sich mein Referat bei dem Congresse bezog) mit dem Couteau à arrêt gewöhnlich von oben, etwa in der Mitte der Cornealnarbe, zuerst durch die Cornea, sodann nach Ablauf einer kleinen Quantität Humor aqueus (um die Kapsel der Cornealwunde näher zu bringen) durch die Kapsel selbst ein, indem ich das Messer etwas schräg von oben nach hinten und unten vorstiess.

Durch die, wenn auch nur theilweise, Trennung der nach geheilten Extractionen im verticalen Meridian gewöhnlich stärker gespannten Kapsel reisst dieselbe meistens anschliessend an die Schnittwunde nach rechts und links weiter, was allerdings nicht allein durch die höhere Spannung der Kapsel hervorgerufen wird, son-

dern auch besonders durch das Eindrängen des Glaskörpers in die Schnittwunde (der Kapsel), wenn derselbe noch so viel Consistenz besitzt, und selbst wenn dies auch nicht der Fall ist.

Der zweite Akt der Operation besteht darin, möglichst schnell, ganz wie bei der Iritomie, die Pinceciseaux durch die Cornealwunde und sodann — hier beginnt die Abweichung von der Iritomie — die eine Branche hinter die Kapsel, die andere aber vor die Kapsel, das heisst zwischen Kapsel und Iris, zu bringen, möglichst weit vorzuschieben und die Kapsel zu durchschneiden.

In den meisten Fällen, in welchen ich bis jetzt diese Operation vornahm, war die Kapsel stark gespannt, meiner Ueberzeugung nach in viel höherem Grade, als dies bei normaler Lage der Linse und Zonula der Fall ist.

Dies äusserte sich besonders dadurch, dass, alsbald nach Eindringen des Couteau à arrêt durch die Kapsel, der Humor vitreus meist rapid durch die kleine Wunde in die vordere Kammer und von da nach aussen sich ergiesst, was auf mich immer den Eindruck machte, als ob die Kapsel sich wie ein Diaphragma zu contrahiren versuche und dadurch den Glaskörper mit Gewalt herauspresse. Die äusseren Muskeln schienen mir, besonders bei der tiefen Narcose, in welcher ich diese Operation gerne vornehme, dabei kaum in Betracht zu kommen.

Natürlich kann ich nur den Eindruck wiedergeben, den der Vorgang auf mich machte, ohne damit ein genügendes Beweismittel zu liefern.

Da nach dem Entweichen des Humor aqueus die Kapsel oft durch den Humor vitreus dicht an die Cornea vorgedrängt wird, so ist das Einführen der einen Branche

der Pince-ciseaux zwischen Kapsel und Cornea manchmal äusserst schwierig.

Sehr vereinfacht wird diese ganze Operation durch die neuen Verbesserungen an der Pince-ciseaux. Die eine Branche derselben wird jetzt nicht mehr wie früher abgerundet, sondern zugespitzt, so dass man nur mit dem Couteau à arrêt die Cornea zu öffnen braucht, um dann die Pince-ciseaux einzuführen und mit der zu gespitzten Branche durch die Kapsel selbstständig einzudringen.

Ich habe seit dem Frühjahr 1874 eine grosse Anzahl solcher Durchschneidungen verdickter Kapseln gemacht, beinahe immer nur zur Verbesserung der Sehschärfe, habe mich darum auch vor der Durchschneidung weder mit genaueren Prüfungen der Sehschärfe, wenn dieselbe der Verdickung der Kapsel gemäss nur äusserst mangelhaft sein konnte, noch mit Bestimmung der nöthigen Gläser abgegeben, sondern dies Alles regelmässig, um nicht doppelte Arbeit zu haben, für die Zeit nach der Oeffnung der Kapsel verschoben.

Es thut mir daher leid, keine bestimmten Angaben in Betreff der Sehschärfe vor und nach der Kapseldurchschneidung machen zu können.

Dagegen war ich, da dem Augenscheine nach die Krümmung der Cornea öfter nach der Kapseldurchschneidung sich auffällig änderte, auf den Gedanken gekommen, ophthalmometrisch die Sache zu erforschen.

Ich konnte zwar auf der Sitzung der ophthalmologischen Gesellschaft im Herbste 1875 noch keine grosse Zahl streng beweisender Fälle vorlegen, allein der Gesammt-Eindruck aus allen Messungen liess bei mir damals schon keinen Zweifel an der Richtigkeit der Thatsache, dass in Folge der Kapseldurchschneidung, und zwar unabhängig von der Wirkung

der zugleich angelegten Hornhautwunde, die Krümmung der Hornhaut sich ändere.

Ich hatte Anfangs, ehe ich die ganze Sache richtig übersehen konnte, geglaubt, dass man dadurch im Stande sein könne, den Hornhaut-Astigmatismus, der aus der Staar-Operationswunde resultire (wie auch ich damals noch annahm), zu corrigiren, und Professor O. Becker, dem ich meine Beobachtung mitgetheilt, hatte mir darin beigestimmt und hat in diesem Sinne auch die Frage in seiner Arbeit in dem Werke von v. Graefe und Saemisch erwähnt. Bei mir hatte sich jedoch, wie ich auch an Becker brieflich mittheilte, damals schon die Ueberzeugung gebildet, dass man in der Durchschneidung der Kapsel weniger ein Mittel haben werde, um auf einzelne Meridiane der Cornea verbessernd zu wirken, als vielmehr alle manchmal nach der Extraction sehr verschiedenen Radien der Cornea mehr und mehr zum Ausgleich zu bringen.

Dabei trat allerdings in meiner ersten Versuchsreihe als störendes Moment die Vornahme des Cornealschnittes von oben hinzu, wodurch an sich schon — wenn man nach Analogien schliessen kann — der verticale Hornhautradius vergrössert werden sollte.

Da die grösste Spannung der Kapsel gewöhnlich im verticalen Meridian liegt, so musste, trotz des den Beweis störenden Cornealschnittes, die nach Einschneidung der Kapsel auftretende sehr grosse Zunahme des verticalen Radius der Cornea, gegenüber den anderen Radien, auch damals schon auffallen. Dagegen war es bei allen Messungen doch damals schon sehr deutlich, dass zwar der verticale Radius immer grösser, dagegen die anderen Radien, also die drei regelmässig noch gemessenen, wie der horizontale Radius, der in 45 Grad und der in 315 Grad, entschiedenes Ausgleichungsbestreben

zeigten, so zwar, dass die grösseren Radien meist kleiner, die kleineren dagegen grösser wurden.

Da der Akt der Durchschneidung der Kapsel unmöglich jedes Mal genau auf dieselbe Weise vorgenommen werden konnte, ausserdem die Entspannung der Kapsel sich auch nicht auf bestimmte Weise erzwingen oder taxiren lässt, so mussten natürlich dabei Ausnahmen vorkommen.

So weit waren meine Versuche und mein Urtheil gediehen, als ich der ophthalmologischen Gesellschaft im Herbste 1875 kurze Mittheilung darüber machte.

Donders und Woinow machten dabei sofort den Einwand, dass ja bekanntermaassen der Hornhaut-Astigmatismus nach längerer Zeit von selbst mehr und mehr sich verliere, resp. ausgleiche; und besonders Donders meinte, dass die Intervalle, welche ich damals allerdings zwischen Extraction und Kapseldurchschneidung meist zu sechs Wochen festsetzte, zu klein seien, da man nicht wissen könne, ob nicht die durch die Kapseldurchschneidung hervorgebrachte Krümmungs-Aenderung der Cornea auch ohne diese letztere Operation entstanden sein, also die Radien sich von selbst ausgeglichen haben würden.

Ich theilte zwar mit, dass unter meiner damaligen Versuchsreihe sich auch schon einige Fälle befanden, in welchen das Intervall zwischen beiden Operationen mehrere Monate und sogar über ein Jahr betrug, allein die Sache wurde für noch nicht spruchreif und weitere Versuche für erforderlich erklärt, ehe meine Ansicht für begründet gehalten werden könne.

Ich hatte für die Versammlung der ophthalmologischen Gesellschaft des Jahres 1875 vier meiner Patienten, an deren sämmtlichen Augen diese Kapseldurchschneidung vorgenommen war, und von welchen

sechs Augen eine Sehschärfe von $\frac{20}{20}$ zeigten, mitgebracht, habe aber, da ich mit der Aufnahme meiner Mittheilungen in der Sitzung unzufrieden war, dieselben gar nicht vorgezeigt. Dieselben wurden nun, wie ich später von einem der Collegen hörte, von Mitgliedern des Congresses auf der Strasse gestellt und flüchtig angesehen. Es war mir diese Versäumniss später sehr leid, denn es sind sehr instructive Fälle und wirklich ausnehmend schön geheilt.

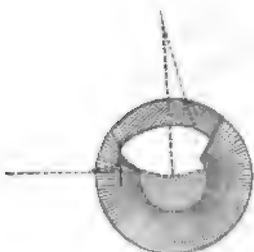
Ich verweise im Uebrigen in Betreff meiner damaligen Mittheilungen, resp. der ophthalmometrischen Messungen, auf den stenographischen Bericht in Zehender's klinischen Monatsblättern.

Um nun für meine folgenden Versuche so weit möglich jeden Zweifel zu beseitigen, der aus der Nebenwirkung der anzulegenden, allerdings kleinen Cornealwunde resultirt, nahm ich mir vor, die letztere nicht mehr wie meistens früher in horizontaler Richtung (von oben), sondern in verticaler Richtung von der inneren oder äusseren Seite der Cornea anzulegen.

Da mit höchster Wahrscheinlichkeit angenommen werden konnte, dass eine so kleine Schnittwunde an dieser Stelle keine Einwirkung auf den verticalen Meridian der Cornea haben könne, so musste folgerichtig jede Aenderung im verticalen Krümmungsradius, welche erfolgte, auf die Durchschneidung der Kapsel zurückgeführt werden, welche bei diesen Versuchen, entsprechend der kleinen Hornhaut-Oeffnung, in horizontaler Richtung vollzogen wurde. Die nachfolgende kleine Skizze wird den Sachverhalt leicht klarzustellen vermögen.

Da oft grosse Schwierigkeit bestehen kann, in horizontaler Richtung die Kapsel zu durchschneiden ohne die Iris zu schinden oder einen Prolapsus iridis oder

vordere Synechien zu setzen, so nahm ich in der Folge meist bei meinen Extractionen durch etwas grössere Excision der Iris auf der einen Seite im Voraus darauf die nöthige Rücksicht.



Auch habe ich nicht genau in allen Fällen nur einen Schnitt mit der Scheerenpincette geführt, sondern ähnlich wie v. Wecker bei der Iritomie, öfter zwei in einander laufende Schnitte.

Auch wurde immer auf die Stellen der Kapsel besonders Rücksicht genommen, welche stärker und mehr contrahirt erschienen.

Sämmtliche operativen Eingriffe wurden in tiefer Chloroform-Narcose vorgenommen, welche bei einer so feinen Operation absolut unentbehrlich erscheint, zumal die geringste Contraction der Muskeln den auch ohne dies schon meist stattfindenden Glaskörper-Austritt in bedenklichster Weise vermehrt.

Um die durch einen einfachen Hornhautschnitt ohne Kapseldurchschneidung gesetzte Wirkung auf die Hornhautradien, der differentiellen Wirkung wegen, klarzustellen, wurde in einem Falle, der nur auf einem Auge die Kapseldurchschneidung verlangte, pro forma, das heisst des wissenschaftlichen Interesses wegen, auf dem zweiten ebenfalls extrahirten Auge nur ein solcher Cornealschnitt angelegt, da mit grösster Wahrscheinlichkeit angenommen werden konnte, dass dies keine unangenehmen Folgen für den Kranken haben werde. Auch in diesem Falle wurden vorher und nachher die Radien der Cornea ophthalmometrisch gemessen, und folgen in der Tabelle auch die hierauf Bezug habenden Angaben.

Es hat sich nun als Resultat meiner mit grösster Vorsicht selbst vorgenommenen Durchschneidungen und Messungen ein jedenfalls interessantes Resultat ergeben, welches sich vollständig an meine früheren in der ophthalmologischen Gesellschaft abgegebenen Mittheilungen anschliesst.

Es hat sich, entgegen den damaligen Ansichten von Donders und Woinow, als sicher herausgestellt, dass die Durchschneidung der Kapsel einen nicht unbedeutenden Einfluss auf die Radien der Hornhaut hat. Als Hauptbeweis für die Richtigkeit dieser meiner Behauptung muss der oben erwähnte alleinige Cornealschnitt mit dem Couteau à arrêt gelten, nach dessen Vornahme durch die ophthalmometrische Messung nicht, wie nach der Kapseldurchschneidung, eine Vergrösserung des verticalen Cornealradius, sondern im Gegentheil eine Verkleinerung dieses Radius, und dagegen eine Vergrösserung des horizontalen Radius constatirt wurde, was ich, wie meine Tabellen ergeben, nach keiner einzigen meiner Kapseldurchschneidungen beobachten konnte.

Ich habe eine sehr grosse Anzahl von ophthalmometrischen Messungen mit grösstmöglicher Sorgfalt gemacht, und aus dem grossen hierdurch zu Gebote stehenden Material die sprechendsten Fälle wieder zur Mittheilung in dieser Abhandlung ausgewählt, da es den Raum überschreiten und unnütz ermüden würde, die ganze mir vorliegende Statistik abzudrucken.

Ich will dabei gelegentlich nur anführen, dass ich bis jetzt über 200 solcher Kapseldurchschneidungen vorgenommen habe, und zwar nicht allein an solchen, bei denen in den letzten drei Jahren Extractionen vorge-

nommen waren, sondern auch an Operirten aus der ganzen Zeit seit dem Jahre 1870.

Bemerken will ich für Jeden, der nicht selbst Cataractöse ophthalmometrirt hat, dass eine absolut genaue Fixation in solchen Fällen nicht möglich ist, dass also gewisse Fehlergrenzen nicht zu vermeiden sein werden. Ebenso ist es mir nach Extractionen oder Kapseldurchschneidungen (selbst bei der grössten Uebung und Ausdauer) der störenden Reflexe wegen öfter durchaus nicht gelungen, die Radien überhaupt zu messen. Doch dies soll nur nebenbei erwähnt werden und ist für die Hauptsache von keiner Wichtigkeit.

Um des Weiteren auch über die allmäligen Aenderungen der Hornhautkrümmung nach alleiniger Extraction ein Urtheil zu bekommen, wurden nicht nur je nach Umständen zwei Wochen bis zwei Monate nach der Extraction ophthalmometrisch die Radien bestimmt, sondern auch nach Ablauf grösserer Zeiträume: nach einem halben Jahre, nach einem und selbst nach zwei Jahren, abermals gemessen. Es sind in den Tabellen immer genau die Zeiten der verschiedenen Operationen, und die Tage, an welchen die Messungen vorgenommen wurden, bemerkt worden. Auch nach den Kapseldurchschneidungen wurde nicht nur eine erste ophthalmometrische Messung vorgenommen, sondern dieselbe nach längerer, selbst Jahresfrist wiederholt.

Als meine persönliche Ansicht, welche ich nach so langer Prüfung dieser ganzen Frage gewonnen habe, kann ich nunmehr die folgenden Mittheilungen machen.

Ich muss zu Beginn bekennen, dass neben den ganz regelmässig heilenden Fällen, in welchen die erwähnte Kapseldurchschneidung vorgenommen wurde, sich ein Procentsatz von etwa 5 befindet, welcher die allerunangenehmsten Folgezustände darbietet.

Wenn es auch längst bekannt ist, dass Glaskörper-

verletzungen durchaus nicht als gleichgültig für die Heilung zu betrachten sind, so hat man doch bis jetzt keine sicheren Anhaltspunkte, woher die die Entzündung hervorrufenden Zellen stammen.

Ich glaube ausserdem, man muss hierbei besonders zwei Arten der Entzündung, nämlich die primäre Cystitis und die eigentliche — sit venia verbo — Glaskörper-Entzündung unterscheiden.

Während es mir in einem vor Jahren nach einer Extraction beobachteten Falle von reiner Cystitis mit brettartiger Verdickung, resp. Anschwellung der Kapsel absolut sicher erschien, dass der wahre Grund für das reine Hypopyon in der Kapsel und ihrem Epithel zu suchen sei, muss ich gestehen, dass, trotzdem ich diese Verhältnisse scharf überwachte und ich leider Gelegenheit hatte, eine ganze Anzahl glücklicher Weise, wie ich später angeben werde, meist ohne schlimme Folgen verlaufender Entzündungen zu beobachten, ich doch noch nicht in's Klare gekommen bin über die Ursache, resp. den Ort, woher die entzündungerregenden Zellen stammen.

Ich hatte von jeher, und zwar schon ehe die Gefahr der Uebertragung und Fortpflanzung von schädlichen Stoffen durch die Luft genauer erforscht war, eine grosse Besorgniss, dass durch die Instrumente, resp. durch daran haftende minimale Theile ein Keim zur Entzündung gesetzt werden könne, und ich befleissigte mich daher immer, die Instrumente auf das Exacteste abzublasen.

Trotzdem habe ich öfter nicht nur bei der hier besprochenen Operation, sondern auch bei Extractionen und Iridectomien schlimme Ausgänge beobachtet, welche sich kaum anders, als auf eine schädliche Nebenwirkung importirter Theile zurückführen liessen.

Also möchte ich diese als eine der Ursachen der Entzündungs-Erregung gelten lassen.

Zweifellos kommt ferner oft eine Einwanderung von Eiterzellen durch die Hornhautwunde selbst mit directer Nachweisbarkeit des genommenen Weges als ursächliches Moment in Betracht, besonders in den Fällen, wo der Glaskörper consistenter ist und darum sich nicht so rasch abzuschnüren vermag. Diese letztere Form der Glaskörper-Entzündung tritt daher auch schon rasch in die Acme ein, und kann je nach der secundären Infection entweder nur die Iris und den Glaskörper in verschiedenem Grade befallen oder auch zur Panophthalmitis führen.

Die Durchschneidung der Kapsel selbst giebt meinen Beobachtungen zufolge viel seltener die Ursache der heftigeren Entzündungs-Arten ab, und zwar nur dann, wenn entweder noch Linsenmasse zwischen den beiden Kapselblättern angesammelt ist, oder die Operation bei jüngeren Personen ausgeführt wird.

Die hierbei beobachteten Erscheinungen lassen sich zweifellos auf eine Quellung der Kapsel mit ihrem Epithel zurückführen. Die nach der Durchschneidung glatten und ziemlich dünnen, oder, wenn durch die Operation die Spannung derselben nachgelassen hat, selbst leicht gefalteten Kapseltheile werden dicker, brettartig, trüb, und es bildet sich, was ganz charakteristisch hierbei ist, beinahe immer ein reines Hypopyon, ohne dass dabei Cornea oder Iris zu participiren brauchte. In der Regel tritt jedoch Iris und Kammerwasser in Mitleidenschaft, und leichtere oder stärkere Druck-Erscheinungen treten hinzu. Doch legen sich diese Quellungssymptome nach einer meist indicirten Paracentese und Eisaufschlägen gewöhnlich rasch, und wir erhalten trotz Allem sehr schöne Sehschärfen ohne Trübungen in dem Gesichtsfeld.

Von diesen bis jetzt beschriebenen Entzündungsformen ganz verschieden entwickelt sich jedoch die folgende und nach meinen Erfahrungen wichtigste Form.

Wir beobachten nach der regelmässig vollführten queren Durchschneidung der Kapsel meist den ersten und zweiten, selbst den dritten Tag keinerlei Erscheinungen, welche eine Trübung des regelmässigen Heilungsvorganges voraussehen lassen könnten.

Keine Spur einer Iritis ist zu sehen, und die durchschnittenen Ränder der Kapsel sind scharf begrenzt und in keiner Weise gequollen oder sonst verändert, so dass jeder nicht mit den leider öfter auftretenden weiteren Zufällen bekannte College das Auge bereits als ausgezeichnet, das Resultat als überaus schön erklären würde. Auch mir ist es nur zu oft so gegangen, und habe ich trotz aller Erfahrungen manchmal wieder zu früh geglaubt, es sei nichts mehr zu befürchten.

Selbst 3, 4, ja 5 Tage kann diese trügerische Ruhe dauern, obgleich selten über den 3. Tag die Folge-Erscheinungen ausgeblieben sind, wenn dieselben sich überhaupt einstellten.

Nachdem, wie oben gesagt, einen oder zwei Tage Alles nach Wunsch gegangen und die durch den Kapselschnitt gebildete Pupille schön schwarz erschienen war, erblicken wir den dritten oder vierten Tag plötzlich, und zwar ohne jede Trübung des Kammerwassers oder auch nur die leichtesten iritischen Erscheinungen, eine grünlich durchschimmernde Protuberanz in der Oeffnung der Kapsel aus dem Humor vitreus hervorragen, welche sich sehr schnell vergrössert und in den nächsten zwölf Stunden auch die vordere Kammer erfüllt. Von da an ist dann sowohl die neue Seh-Oeffnung, als auch jedes sonstige Detail der vorderen Kammer in Dunkel gehüllt. Charakteristisch ist, dass selbst jetzt keinerlei heftiger Schmerz oder stärkere Mitleidenschaft der Iris zu constatiren ist.

Es scheint diese Entzündung eben die reine Form der importirten Entzündung, resp. Infiltration des Glas-

körpers durch eingewanderte Zellen darzustellen, welche mit unerhörter Schnelligkeit in dem weichen Substrat des Humor vitreus sich mehren, so dass die ganze Erscheinung, ehe man sie näher erkannt hat, ganz gut eine gliomartige Neubildung vortäuschen könnte.

Ich habe bei den ersten Fällen dieser Art, sobald auch die vordere Kammer mit diesen Massen erfüllt war, besonders ausgiebigen Gebrauch von Eis gemacht, und zwar Tag und Nacht mit der grössten Sorgfalt zwischen Eis gekühlte Charpiebäuschchen, alle fünf Minuten wechselnd, auflegen lassen.

Leider habe ich davon eben so wenig wie von Blut-Entziehungen ein günstiges Resultat gesehen, obgleich natürlich eben so wenig behauptet werden könnte, dass es nicht vielleicht Schlimmeres verhütet hätte.

Jedenfalls blieb trotz Allem der Process etwa acht Tage in voller Blüthe und ging dann langsam zurück. Ich muss beifügen, dass ich, so zu sagen in allen Fällen, durch die hochgradige Trübung der vorderen Kammer herausgefordert, eine oder zwei Paracentesen derselben vorgenommen habe, doch auch dieses, ohne dass ich ein sicheres Urtheil über die Heilwirkung derselben hätte erlangen können. Ich habe ferner Chinin in hohen Dosen, 0,5 bis 1,0, öfter gegeben, aber leider ebenfalls ohne sichtbare Hülfe. Da mich diese Mittel im Stich gelassen hatten, versuchte ich in einem neuen solchen Falle fortgesetzt warme Ueberschläge, und sah auch (allerdings ebenfalls mit Hülfe einer Paracentese) beinahe bei dem schlimmsten Fall, der mir überhaupt vorgekommen ist, das Auge, und zwar in erster Linie die neue Seh-Oeffnung in integrum restituirt werden, während ich trotz allen gegentheiligen Erfahrungen das Auge für absolut verloren gehalten hatte. Doch bin ich trotzdem weit entfernt, in warmen Umschlägen ein sicheres Heilmittel zu suchen.

Auch graue Salbe bis zur Salivation und Calomel innerlich wurden resultatlos versucht.

Ich glaube nach allen meinen bisherigen Erfahrungen sicher, dass in diesen Fällen eine reine Glaskörper-Entzündung durch eingewanderte Zellen vorliegt, ohne jedoch bis jetzt den Ursprung derselben bestimmt angeben zu können.

Natürlich kann man ja ausserdem kaum je die Kapsel so vollständig durchschneiden, dass bis an ihre Peripherie alle Spannungen gelöst sind; daher hat man es auch nicht in der Hand, der Cornea regelmässig die gewünschte Form zu geben, und es werden immer stärkere oder geringere Zerrungen der Zonula bleiben, welche sich dann auch in Desorganisation und Wucherung der Pigmentzellen an den betreffenden gereizten Stellen, wie wir wenigstens stark vermuthen, bethätigen.

Da man unmöglich jedes Mal die Dimensionen der Kapseldurchschneidung, sowie die etwa bevorstehenden secundären Einreissungen im Voraus berechnen, sondern nur im Grossen die nach den vorliegenden Erfahrungen wahrscheinlichen Resultate vorhersagen kann, so wird es jedenfalls, wie dies ja auch unsere Versuche zeigen, sich öfter ereignen, dass wir zwar eine schöne Kapsel-Oeffnung und ausgezeichnete Sehschärfe erhalten haben, dass dagegen für die erste Zeit und vielleicht für immer nicht nur der Astigmatismus, sondern auch die Unregelmässigkeit der verschiedenen Meridiane eher grösser geworden ist.

Allein wir dürfen das ganze Verfahren doch nur nach den endgültigen Wirkungen beurtheilen; und da die meiner Beobachtung nach so häufig in grösserer oder geringerer Ausdehnung gerade im verticalen Meridian bestehenden Spannungen der Kapsel nach Extractionen durch diese Durchschneidungen so glücklich gehoben und die dadurch bedingten Zerrungen beseitigt werden

so kann ich diese Durchschneidungen nur auf das Entschiedenste anrathen.

Dagegen muss ich ebenso auf das Entschiedenste abrathen, diese Operation zu leichtfertig zu machen. Dieselbe wird nur dann am Platze sein, wenn entweder stärkere Anspannungen der Kapsel und dadurch bedingte Reiz-Erscheinungen vorhanden sind, oder aber ein so bedeutendes Minus an Sehschärfe sich zeigt, dass das Auge zu der noch erforderlichen Thätigkeit nicht benutzt werden kann.

Allerdings habe ich bei meinen Versuchen an einer sehr grossen Anzahl von Augen Kapseldurchschneidungen vorgenommen, um über diese ganze Frage mehr und mehr in das Klare zu kommen, an welchen ein wirkliches Erforderniss dazu streng genommen nicht vorhanden war; allein das kann natürlich für die Praxis nicht maassgebend sein. Obwohl ich also die Erfolge dieser Operation nicht hoch genug rühmen kann, so sehr möchte ich von ihrer missbräuchlichen oder nicht streng rationellen Anwendung nochmals warnen.

In hohem Grade schade ist es, dass man nicht im Stande ist, zugleich die Spannungen im verticalen Meridian zu beseitigen und eine Verkleinerung des verticalen Radius der Cornea durch dasselbe Manöver zu bewirken, da eben schon durch die Extraction nach oben der verticale Radius beinahe immer grösser geworden, durch die quere Kapseldurchschneidung noch grösser wird, und anderseits eine verticale Durchschneidung wohl optisch ein augenblicklich besseres Resultat giebt, allein die störenden Spannungen meist nicht gehörig beseitigt.

So habe ich mich denn immer wieder zu den queren Durchschneidungen (wo möglich mittelst zweier ineinander laufender Kapselschnitte), als den logisch richtigsten, gewandt, und kann nur die allerglücklichsten End-

resultate, *besonders auch in Bezug auf die spätere absolute Reizlosigkeit der Augen* berichten.

Ich will an dieser Stelle darauf hinweisen, dass ich ein sehr verschiedenes Bestreben in den verschiedenen Lebensaltern beobachtet habe, die in der Kapsel (auf die von mir angegebene Weise) hergestellte Oeffnung wieder zu schliessen. Leider bin ich bis jetzt nicht in der Lage, mikroskopische Befunde über die Art des neugebildeten Gewebes geben zu können.

Während in höherem Lebensalter dieses Bestreben kaum mehr vorhanden ist, beobachtet man leider, besonders in der Zeit zwischen dem 20. und 40. Jahre, die Neigung, dass sich wieder eine künstliche Scheidewand zwischen Humor aqueus und vitreus zu bilden sucht. Ohne Zweifel aus der Kapsel und ihrem Epithel resultirend (und zwar einerlei, ob dieselbe bei der Extraction der Linse in grösserer oder geringerer Ausdehnung eingerissen worden war), wird — ohne jede iritische Reizung — die neue Pupille, anfänglich kaum bemerkbar, nach und nach von einer dicken weissen Schwarte überzogen. Bei einem der charakteristischsten Fälle dieser Art (einem jungen jüdischen Kaufmann) war nach der Extraction der Cataracta $S = \frac{20}{20}$ geworden, also glänzend; es wurde jedoch ganz allmälig wieder ein Rückgang, und zwar durch die eben erwähnte Verdickung der Kapsel beobachtet, mit allmälig stärker werdender Vorwölbung der neugebildeten Membran nach vorn, also mit deutlichen Zeichen einer Druckzunahme, auch abgesehen davon, dass dieselbe in unserem Falle durch die Tension deutlich nachzuweisen war. Nach Einschneiden der verdickten Scheidewand (wenn wir dieselbe so nennen dürfen) trat sofort Glaskörper in die vordere Kammer, wodurch ein Ausgleich im Druck sich herstellte. Auch verlor, bei hoher Besserung der Sehschärfe, die ganze

Membran für einige Zeit ihre Convexität nach vorn, allein nach 8 bis 14 Tagen schloss sich die Oeffnung wieder und der frühere Zustand prävalirte abermals. Wir verloren den Kranken, der, wie gewöhnlich in solchen Fällen, wohl anderswo Hülfe suchte, leider aus den Augen.

Ich muss offen gestehen, ich habe mich manchmal gewundert, dass bei dem so oft nicht zu vermeidenden Contact zweier, nicht zur Communication bestimmter und verschieden potenzirter Fluida nicht öfter stürmische Erscheinungen als Resultat der Mischung oder des anfänglichen Nebeneinanderliegens hervortraten.

Ich war anfänglich geneigt, die von mir beobachteten Entzündungen oder Infiltrationen des Glaskörpers nach Kapseldurchschneidungen hierauf zurückzuführen, bin jedoch von dieser Ansicht wieder zurückgekommen.

Ich habe aus den obigen Gründen angefangen bei jüngeren Leuten von 20—30 Jahren Kapseldurchschneidungen entweder überhaupt nicht zu machen, oder erst nach längeren Pausen, wie etwa 1 Jahr und darüber.

Merkwürdiger Weise habe ich dagegen bei kleineren Kindern, selbst bis zu 8 oder 10 Jahren hin, diese Neigung nicht wahrgenommen.

Allerdings mag der Grund vielleicht in der Besonderheit der betreffenden Fälle liegen, obwohl ich auch eine ganz erkleckliche Anzahl solcher Jugendstaare aller Arten unter den Händen gehabt habe. Bei älteren Personen, etwa schon von 40 Jahren an, habe ich diese Neigung in stärkerem Grade nicht mehr beobachtet, obgleich ich bei einer grossen Anzahl meiner Operirten später bei seitlicher Beleuchtung eine kaum sichtbare leichte Scheidewand in der neuen Kapsel-Oeffnung nachwies, ohne dass jedoch die Art der Entstehung zu ergründen gewesen oder die hohe Sehschärfe (in einer

ganzen Anzahl von Fällen $\frac{20}{20}$) im Geringsten dadurch alterirt worden wäre.

Wenn man bis jetzt allgemein angenommen hat, dass die Krümmungs-Aenderungen der Cornea nach der Extraction der Cataracta nur auf die Corneo-Scleralwunde, resp. die unregelmässige Anlegung der Wundlippen an einander zurückzuführen sei*), so möchte ich darauf aufmerksam machen, dass es mir nach meinen Beobachtungen und Messungen im Gegentheil sehr wahrscheinlich ist, dass die an der Stelle der Operationswunde in höherem Grade stattfindende Lockerung oder Losreissung der Zonula wohl mindestens eben so viel beihilft.

Als Begründung für diese Ansicht kann ich unter Anderem die Fälle anführen, in welchen bei vollkommen gleichem Operationsverlauf nach der Heilung nicht, wie in der Regel, der verticale, sondern im Gegentheil der horizontale Radius grösser und der verticale kleiner wird. Ich glaube, dass man durch eine bei der Operation eingetretene Lockerung der Zonula auf einer oder der anderen Seite (während dieselbe gerade oben mehr in ihrer Lage verbleibt) leicht diese Abweichung erklären kann.

Auch scheint es mir, meinen Untersuchungen zufolge, ganz sicher, dass die, wie ja bekannt, allmälige Ausgleichung der Radien der Cornea — also das Convexerwerden der durch Extraction der Linse im verticalen Meridian flacher gewordenen Cornea — zum Theil dadurch bewirkt wird, dass sich nach und nach, hauptsächlich gerade im verticalen Meridian, eine narbige Contraction der Kapsel gegen die Operationswunde hin

*) Siehe Becker in Graefe u. Saemisch, Bd. V, Abth. 1, S. 449 u. ff.

bildet. Und zwar kommt mindestens eben so viel auf Rechnung dieser Bildung, als der allmählichen narbigen Retraction dieser Corneo-Scleralnarbe oder -Wunde selbst.

Ich will noch bemerken, dass ich in einem Falle von totaler Linsenluxation in den Glaskörper bei einem Knaben von etwa 10 Jahren den grössten Hornhautradius gefunden habe. Die betreffenden Angaben wurden auch in meine Tabellen aufgenommen.

Es wäre interessant gewesen zu wissen, ob sich bei anderen totalen Linsenluxationen dies ebenso verhält, allein ich konnte leider die anderen Fälle, welche ich kenne, nicht zur ophthalmometrischen Untersuchung bekommen.

Was die eigenthümliche Erscheinung betrifft, dass längere Zeit nach vollführter Kapseldurchschneidung die flacher gewordene Cornea sich allmählich, und zwar sehr gleichmässig, wieder wölbt, so kann ich dies eben nur als Narbenphänomen, sei es im Uebergang der Cornea und Sclera oder auch in dem Ciliarkörper, resp. den Ciliarfortsätzen deuten.

Es ist wahrscheinlich, dass auf die übermässige Ausdehnung des Bulbus nach der Kapseldurchschneidung, an welcher natürlich auch die Cornea stark Theil nimmt — wobei aber kaum je die Kapsel sich gleichmässig entspannen kann, sondern wohl immer noch in dem einen oder anderen Meridian stärkere Anspannungen zurückbleiben — in Ciliarkörper, Ciliarfortsätzen und Sclera eine spätere allmähliche Reaction sich einstellt, worauf meine Messungen hindeuten. Möglich ist es auch, dass allmählich das Centrum der ja elliptischen Cornea, welches bei meinen ophthalmometrischen Messungen vorerst allein berücksichtigt wurde, wieder mehr seine frühere Wölbung annimmt, während die Peripherie

der Cornea desshalb doch einen grösseren Radius behalten könnte. Spätere Untersuchungen werden darüber ebenfalls Klarheit geben.

Ich glaube aber nicht, dass diese, wie meine Tabellen ausweisen, constante Erscheinung berechtigt, das Ausdehnungsbedürfniss des Bulbus vor der Kapseldurchschneidung in solchen Fällen zu leugnen, mit anderen Worten, unseren Behauptungen ihre Grundlage zu entziehen.

Die Schlüsse, welche ich aus meinen Untersuchungen gezogen habe, lassen sich in den folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Es kann in Zukunft als feststehend angenommen werden, dass Durchschneidung der Kapsel (nach früher vorgenommener Staar-Operation) die Hornhautkrümmung ändert, und zwar, je nach der Ausdehnung der Durchschneidung und nach dem Alter des Patienten, oft sehr bedeutend.

2) Während nach einer ausgiebigen Operation dieser Art die Hornhaut sich in so hohem Grade abflachen kann, dass der Corneo-Scleralfalz verstrichen erscheint, stellt sich nach und nach wieder eine langsame Krümmungszunahme (wenigstens des Hornhaut-Centrums) ein.

3) Es erscheint nach den bisherigen Untersuchungen und Operationsresultaten möglich, mit Kapseldurchschneidungen nicht nur die höchsten Grade von Sehschärfe zu erreichen, sondern auch störende Spannungen der Ciliargegend zu beseitigen.

4) Leider tritt in einem Procentsatz von etwa 5 % der Fälle importirte Glaskörper-Entzündung auf oder ist wenigstens bei meinen Versuchen aufgetreten, welche durchaus nicht leicht angesehen werden darf, wennschon

sie, wie die Erfahrung glücklicherweise gezeigt hat, meist ungefährlich in ihren Folgen ist, da auf etwa 200 Fälle nur ein Auge definitiv verloren ging, und in 5 Augen Verschlechterungen der Sehschärfe gegen früher zu verzeichnen war.

Im Uebrigen glaube ich durch meine Kapseldurchschneidungen so hohe Grade von Sehschärfe, und zwar in so hohem Procentsatz, erreicht zu haben, wie sie bis jetzt durch keine andere Methode erreicht worden sind.

Dennoch wird davon abzurathen sein, diese Operation, trotz ihren meist so glänzenden Resultaten, zu leicht vorzunehmen: es soll daher meine häufige Vornahme der Kapseldurchschneidung, wobei ich im Interesse dieser Versuche selbst mit Sehschärfen von $\frac{20}{40}$ und $\frac{20}{30}$ nicht zufrieden, sondern sie immer auf $\frac{20}{20}$ zu bringen bestrebt war, durchaus keine Norm für die Praxis abgeben. Man sollte vielmehr diese Operation nur dann vornehmen, wenn die Sehschärfe des Patienten zu der für ihn noch erforderlichen Beschäftigung nicht ausreicht, oder wenn Reiz-Erscheinungen vorhanden sind, von welchen es wahrscheinlich ist, dass sie durch abnorme Anspannungen der Kapsel hervorgerufen seien.

Dr. W. Röder, Strassburg i. E.

Name.	Auge.	Messungen vor der Extraction.	Datum der Extraction, sowie der Messung nach d. Extraction.	Messungen nach der Extraction.	Datum der Kapsel-durchschneidung und der Messung nach derselben.	Messungen nach der Kapsel-durchschneidung.	Intervall zwisch. der Extraction u. d. Kapsel-durchschneidung und Bemerkgn.
Maria Kastler, 75 Jahre, Hunaweier.	R. Auge.	v. 7,690 h. 7,605 45° 7,805 315° 7,485	Extrahirt d. 27. Jan. 1876. Gemessen den 20. Mai 1876.	8,070 7,490 8,060 7,615	Kapsel quer durchschnitten d. 21. Mai 1876, nachher gemessen den 27. Mai 1876 zum ersten Mal, u. den 15. Nov. 1876 zum zweiten Mal.	I. — II. 8,605 — 8,15 7,170 — 7,130 7,710 — 7,605 7,690 — 7,715	113 Tage oder beinahe 4 Monate.
Maria Kastler, 75 Jahre, Hunaweier.	L. Auge.	v. 7,730 h. 7,650 45° 7,840 315° 7,570	Extrahirt d. 27. Jan. 1876. Gemessen den 20. Mai 1876.	8,030 7,265 7,960 7,770	Kapsel quer durchschnitten d. 21. Mai 1876, nachher gemessen den 27. Mai 1876 zum ersten Mal, u. den 15. Nov. 1876 zum zweiten Mal.	I. — II. 8,665 — 7,955 7,885 — 7,645 8,165 — 8,095 6,920 — 6,825	113 Tage oder beinahe 4 Monate.
Anna Maria Weiler, 64 Jahre, Herxheim.	R. Auge.	v. 7,584 h. 7,552 45° 7,470 315° 7,824	Extrahirt d. 27. Sept. 1875. Gemessen den 20. Mai 1876.	7,690 7,210 7,695 7,370	Kapsel quer durchschnitten d. 21. Mai 1876. gemess. d. 10. Juni 1876, das zweite Mal den 28. Sept. 1876.	I. — II. 7,790 — 7,90 7,455 — 7,235 7,750 — vacat } Unmöglich zu messen. 7,560 — vacat }	Beinahe 8 Monate.
Anna Maria Weiler, 64 Jahre, Herxheim.	L. Auge.	v. 7,595 h. 7,552 45° 7,650 315° 7,628	Extrahirt d. 21. Mai 1876. Gemessen den 28. Sept. 1876.	7,870 6,545 vacat } Unmöglich zu messen. vacat }	Kapsel quer durchschnitten d. 3. Oct. 1876, gemess. d. 13. Oct. 1876.	7,825 7,315 7,695 7,545	Beinahe 4½ Monate

Frau F. Bisch, 75 Jahre. Rosheim.	R. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 22. April 1875. Gemessen den 15. Juni 1875.	7,3899 6,9330 7,2347 7,1593	Kapsel durchschnitten den 16. Juni 1875, gemessen zum ersten Mal den 1. Juli 1875, zum zweiten Mal d. 15. Nov. 1876.	I. — II. 8,0158 — 7,520 7.2832 — 7,015 7,4340 — 7,575 7,6330 — 7,130	55 Tage.
Frau F. Bisch, 75 Jahre. Rosheim.	L. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 22. April 1875. Gemessen den 15. Juni 1875.	7,6172 7,1970 7,6010 7,3047	Kapsel durchschnitten den 16. Juni 1875. gemessen zum ersten Mal den 1. Juli 1875, zum zweiten Mal den 15. Nov. 1876.	I. — II. 7,6431 — 7,470 7,2832 — 7,105 7,4286 — 7,915 7,5256 — 6,935	55 Tage.
Elise Bier, 60 Jahre. Finstingen.	R. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 29. April 1875. Gemessen den 29. Juni 1875.	7,5310 7,3532 7,3424 7,6818	Kapsel durchschnitten den 30. Juni 1875, gemessen zum ersten Mal den 1. August 1875, zum zweiten Mal d. 28. Nov. 1876.	I. — II. 7,6710 — 7,645 7,3209 — 7,130 7,3963 — 7,355 7,5148 — 7,485	64 Tage.
Elise Bier, 60 Jahre. Finstingen.	L. Auge.	v. 7,5202 h. 7,1216 45° 7,4071 315° 7,6279	Extrahirt d. 30. Juni 1875. Gemessen zum ersten Mal d. 1. Aug. 1875, z. zweiten Mal d. 28. Nov. 1876.	I. — II. 7,8326 — 7,765 6,8087 — 6,95 7,8973 — 7,835 6,9923 — 7,125	vacat.	vacat.	
Laurent Banquel 62 Jahre. Sotzeling.	R. Auge.	v. 7,1252 h. 6,9568 45° 6,8644 315° 7,0546	Extrahirt d. 15. Juli 1875. Gemessen den 26. Sept. 1875.	7,2285 7,1742 7,0111 7,2122	Kapsel durchschnitten den 27. Sept. 1875, gemessen zum ersten Mal den 10. Nov. 1875, zum zweiten Mal d. 29. Nov. 1876.	I. — II. 7,3347 — 7,395 7,0066 — 6,75 7,2186 — 7,15 7,0217 — 7,235	74 Tage.

Name.	Auge.	Messungen vor der Extraction.	Datum der Extraction, sowie der Messung nach d. Extraction.	Messungen nach der Extraction.	Datum der Kapseldurchschneidung und der Messung nach derselben.	Messungen nach der Kapseldurchschneidung.	Intervall zwisch. der Extraction u. d. Kapseldurchschneidung und Bemerkgn.
Laurent Banquel 62 Jahre. Sotzeling.	L. Auge.	I. — II. v. 7,3046 — 7,255 h. 7,0220 — 6,930 45° 7,1524 — 7,130 315° 7,2665 — 7,280	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	
M. Mahé, 45 Jahre. Lunéville.	R. Auge.	I. — II. v. 7,7725 — 7,715 h. 7,5936 — 7,75 45° 8,0085 — 7,815 315° 7,6803 — 7,680	Extrahirt mit der Kapsel den 15. März 1877. Gemessen den 29. Mai 1877.	7,635 7,635 7,695 7,470	vacat.	vacat.	
M. Mahé. 45 Jahre. Lunéville.	L. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 7. Juli 1875. Gemessen den 22. Nov. 1875.	7,7725 7,5230 8,0166 7,3983	Kapsel durchschnitten den 24. Nov. 1875, gemessen zum ersten Mal den 29. Jan. 1876, zum zweiten Mal d. 13. März 1877, zum dritten Mal den 29. Mai 1877.	I. — II. — III. 7,850 — 7,780 — 7,730 7,650 — 7,635 — 7,505 8,165 — 8,205 — 8,035 7,380 — 7,35 — 7,275	140 Tage.
Joh. Adam Christmann, 76 Jahre. Walschbronn.	R. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 27. Oct. 1875. Gemessen den 7. Mai 1876.	7,660 7,595 7,680 7,610	Kapsel durchschnitten den 10. Mai 1876, zum ersten Mal gemessen den 18. Mai 1876, z. zweiten Mal den 12. Sept. 1876.	I. — II. 8,0 — 7,560 7,755 — 7,530 7,920 — 7,425 7,810 — 7,520	196 Tage.
Joh. Adam Christmann, 76 Jahre. Walschbronn.	L. Auge.	vacat.	Extrahirt d 27. Oct. 1875. Gemessen den 7. Mai 1876 z. ersten Mal, u. am 12. Sept. 1876 z. zweiten Mal.	I. — II. 7,860 — 7,695 7,595 — 7,680 8,020 — 7,765 7,60 — 7,655	Kapsel durchschnitten, aber der Reflexe wegen bis jetzt unmöglich die Messungen vorzunehm.	vacat.	1 Jahr u. 7 Mon.

Herr Jean Surget, 53 Jahre, Epinal.	R. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 26. April 1876. Gemessen den 24. April 1877.	8,185 7,235 7,775 7,770	Kapsel, durchschnitten d. 4. Mai 1877, gemessen den 9. Mai 1877, zum zweiten Mal d. 2. Nov. 1877.	I. II. 8,180 — 8,055 7,255 — 7,355 8,0 — 7,755 7,610 — 7,75	Beinahe 1 Jahr.
Herr Jean Surget, 53 Jahre, Epinal.	L. Auge.	v. 7,85 h. 7,795 45° 7,70 315° 7,740	Extrahirt d. 24. April 1876. Gemessen den 24. April 1877.	8,260 7,275 8,095 7,470	Kapsel durchschnitten den 26. October 1877, gemessen den 2. Nov. 1877.	8,265 7,364 8,15 7,395	1½ Jahr.
Jos. Klaug, 54 Jahre, Herxheim	L. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 15. Sept. 1874. Gemessen den 10. August 1875.	7,7357 7,8273 7,8865 7,7465	Kapsel, durchschnitten d. 1. Oct. 1875, gemessen im Octbr. 1876.	7,810 7,620 8,110 7,470	Beinahe 1 Jahr.
Ludwig Friederich, 61 Jahre, Markirch.	R. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 9. Sept. 1875. Gemessen zum ersten Mal d. 6. Nov. 1875, z. zweiten Mal den 23. Oct. 1876.	I. II. 7,843 — 7,75 7,590 — 7,425 7,706 — 7,595 7,706 — 7,580	vacat.	vacat.	
Ludwig Friederich, 61 Jahre, Markirch.	L. Auge.	vacat.	Extrahirt d. 20. Sept. 1872. Gemessen den 8. Sept. 1875.	7,478 7,653 7,587 7,892	Kapsel, durchschnitten d. 8. Sept. 1875, gemessen d. 6. Nov. 1875 zum ersten Mal, u. den 23. Oct. 1876 zum zweiten Mal.	I. II. 7,696 — 7,75 7,802 — 7,470 7,979 — 7,710 7,660 — 7,470	Beinahe 3 Jahre Zwischenraum.
Eugen Trottmann, 10 Jahre, Zellenberg.	L. Auge.	Totale Linsenluxation in d. Glaskörper. 8,275 8,275 8,25 8,295	vacat.	vacat.	vacat.	vacat.	

Name.	Auge.	Messungen vor der Extraction.	Datum der Extraction, sowie der Messung nach der Extraction.	Messungen nach der Extraction.	Datum der Kapseldurchschneidung und Messung nach derselben.	Messungen nach der Kapseldurchschneidung.
Rosina Geisert, 71 Jahre, Freistett.	R. Auge.	vacat.	Extrahirt den 30. März 1877. Gemessen 19. Juli 1877.	7,575 7,45 7,620 7,380	Kapsel, quer durchschnitt. den 20. Juli 1877, gemess. d. 8. Aug. 1877.	7,655 7,565 7,825 7,130
Rosina Geisert, 71 Jahre, Freistett.	L. Auge.	vacat.	Durch Prof. Manz extrahirt vor mehreren Jahren. Gemess. den 19. Juli 1877.	7,635 7,410 7,595 7,415	Pro forma nur die Cornea durchschnitten von der Seite den 20. Juli 1877, gemess. den 8. Aug. 1877.	I. — II. 7,430 — 7,305 7,620 — 7,620 7,505 — vacat 7,380 — vacat Zweite Messung nach 6 Wochen.
Sara Drion, 69 Jahre, Strassburg.	L. Auge.	Absolutes Glaucom (iridectomirt wegen der Ciliar-Neurose). 7,695 7,870 7,335 7,810				
Sara Drion, 69 Jahre, Strassburg.	R. Auge.	Noch gesundes Auge, allein leichte cataractöse Trübungen. 7,595 7,740 7,860 7,395	Im acuten Glaucom-Anfall, wobei übrigens bemerkt werden muss, dass die Frau fortwährend beinahe ohnmächtig durch die Schmerzen war, also wohl auch von genauer Fixat. kaum die Rede sein konnte!	v. 7,435 h. 7,75 45° vacat 315° vacat } Unmögl. zu mess. Nach Auftret. von acutem Glaucom wurde Iridectom. (21 März) und später (28. März) Extraction vorgenommen; d. 15. Mai 1877 gemessen. 7,945 7,140 7,425 7,90	Nach der Kapseldurchschneidung den 16. Mai 1877, gemessen den 23. Mai 1877.	8,405 6,665 7,990 8,220

Ueber die Tuberkulose des Auges.

Von

Dr. Leopold Weiss.

(Hierzu Tafel I—III.)

Wenn man die Mittheilungen über das Vorkommen von Tuberkel am Auge in der speciell ophthalmologischen Literatur verfolgt, so findet man in der Aufeinanderfolge der Mittheilungen über die tuberkulösen Affectionen, die man auf den engen Raum des Auges beschränkt beobachtet hat, den Wechsel der Anschauungen sich widerspiegeln, der sich im Laufe der Zeit in der Allgemeinpathologie vollzogen hat. Bis jetzt hat dieser Wechsel der Anschauungen in der Tuberkulosenfrage immer noch nicht zu einem befriedigenden Abschluss geführt, und gerade zur Zeit liegt die Frage besonders schwierig, nachdem man neuerdings das für die ganze Lehre so überaus wichtige Vorkommen einer „lokalen Tuberkulose" kennen gelernt hat.

Bei allen Literaturangaben, denen man in der ophthalmologischen Specialliteratur begegnet, wird man daher stets zu berücksichtigen haben, aus welcher Zeit sie datiren, unter dem Einfluss welcher gerade herrschenden

Doctrin der Beobachter seine Beobachtung auffasste und deutete. Nur, wenn es gelingt, diese Beziehungen stets im Auge zu behalten, wird es möglich sein, eine vorliegende Mittheilung ihrem Werth und ihrer Bedeutung nach richtig zu beurtheilen.

In den letzten 20 Jahren ist die Zahl der Beobachtungen und Mittheilungen über Tuberkulose des Auges eine erheblich grosse geworden. Man hatte in der Aderhauttuberkulose eine durchaus nicht seltene Theilerscheinung disseminirter Tuberkulose kennen gelernt und daraufhin die weitgehendsten Hoffnungen gehegt, dass die mit dem Augenspiegelbild wahrnehmbaren Aderhauttuberkel für die interne Medizin eine grosse praktische Bedeutung haben würden, Erwartungen, die sich indess nicht in dem Masse erfüllt haben, wie man erwartete. Die meisten der gedachten Mittheilungen beziehen sich auf solche Aderhauttuberkel, die als Theil-Erscheinung verbreiteter Tuberkulose beobachtet wurden. Diese Aderhauttuberkel sind meist klein, finden sich selten einzeln, meist in mehr weniger grosser Zahl, meist in beiden Augen und zeigen bei der Augenspiegeluntersuchung ein ganz charakteristisches Bild. — Ganz verschieden von dieser gewöhnlichen Form, verschieden sowohl nach dem klinischen Verlauf als auch nach dem Befund der anatomischen Untersuchung, sind zum Theil die Fälle, über welche an dieser Stelle ausführlich berichtet werden soll. Bei Besprechung dieser Fälle wird nothwendigerweise vielfach auf die zur Zeit in der Allgemeinpathologie geläufigen Anschauungen in der Tuberkulosenfrage Bezug genommen werden müssen.

Sowohl der Ueberblick der aus älterer und neuerer Zeit datirenden Literaturangaben, als auch die Besprechung und Beurtheilung der weiter unten mitzutheilenden Fälle wird sehr wesentlich erleichtert sein, wenn voraus kurz der Entwicklungsgang, den die An-

schauungen in der Tuberkulosenfrage genommen haben, in seinen wesentlichsten Zügen wenigstens, kurz skizzirt werden darf.

Es ist dies der Grund, — und er möge zur Entschuldigung dienen, — dass im Nächstfolgenden ein kleiner Excurs in das Gebiet der Allgemeinpathologie gemacht wird. Nur auf einige Punkte, die für spätere Betrachtungen eine ganz besondere Bedeutung haben, mag es gestattet sein, etwas ausführlicher einzugehen.

Die Anschauungen über Tuberkulose gingen bekanntlich zeitweise mit der jeweiligen Auffassung der tuberkulösen Erkrankungen der Lunge parallel.

So lange man auch schon das Krankheitsbild der Schwindsucht kennt, Tuberkel in unserem Sinn waren den Alten unbekannt. Erst Franciscus Deloboe Sylvius scheint neben den Vereiterungen und Geschwüren an den Lungen Schwindsüchtiger Knoten zu kennen, aus deren Erweichung Cavernen entstehen. Er spricht von grösseren und kleineren Tuberkeln. Bonnet, Manget und Morton sprechen gleichfalls von Knoten. Dieselben sind nach Morton überall die Vorstufe der Lungenzerstörung. Lange Zeit hindurch wurde diese Anschauung ignorirt, bis Stark eine genauere Beschreibung des Tuberkels lieferte. Ebenso beschreibt Matthew Baillie als häufigsten Befund krankhaft veränderter Lungen die Knoten, welche, Anfangs von der Grösse eines Stecknadelkopfes, durch Vereinigung mehrerer zu grösseren Knoten anwachsen. Aus der Vereiterung dieser Knoten lässt er die Schwindsucht entstehen. Daneben nennt er die diffusen Einlagerungen, obwohl er meint, dass sie aus derselben Materie beständen wie die Tuberkel, doch „scrophulöse Materie". Ebenso wie Tuberkel komme die scrophulöse Materie in vielen anderen Organen vor, z. B. in der Niere, in der Blase, den Hoden etc., und überall haben beide das Gemeinsame, dass sie in die käsige, weiche Masse übergehen. Was das Wesen der „Scrophelmaterie" betrifft, so war die käsige Masse als der eigentliche Scrophelstoff der Gegenstand vielfacher Untersuchung. Die älteren Forscher betrachteten sie als die unmittelbare Anhäufung und Ablagerung einer im Blute oder in der Lymphe präexistenten Substanz und bezeichneten sie mit dem Namen der „cruden". Die

späteren Untersuchungen gingen von einer nahezu damit übereinstimmenden Annahme aus, indem sie die käsige Masse als das Product einer Exsudation betrachteten. Laënnec, dessen Anschauungen lange Zeit hindurch massgebend waren, nimmt eine specifische tuberkulöse Materie an, die unter 2 Hauptformen auftritt, in der der isolirten Knötchen und in der der Infiltration. Die Tuberkelmaterie ist in beiden Formen Anfangs grau und hell durchscheinend, wird allmälig gelb, undurchsichtig und sehr dicht, — schliesslich erweicht sie. Die entzündliche Natur der Tuberkelmaterie wird von Laënnec geläugnet, wie auch später von Andral, der die Tuberkel ohne Entzündung entstehen lässt, aber angiebt, dass diese ihrerseits constant secundär eine Entzündung hervorrufen.

Der Umstand, dass auch Rokitansky in seinem Lehrbuch der pathologischen Anatomie den Tuberkel in den beiden Formen von Laënnec adoptirte, trug nicht wenig zur Einbürgerung der Laënnec'schen Anschauungen bei.

Die Anschauung, nach der man in dem Tuberkel eine specifische Neubildung zu sehen hätte, schien dann durch Lebert im Jahre 1844 durch microscopische Befunde eine Befestigung erhalten zu sollen, indem dieser kleine, unregelmässige, ovale, granulirte Körperchen als specifische Bestandtheile aller Tuberkelmaterie demonstrirte, die er „Tuberkelkörperchen" nannte; sie sollten den Miliartuberkel so gut wie die tuberkulöse Infiltration charakterisiren. Als aber Reinhardt die Entstehung der „Tuberkelkörperchen" aus Eiterzellen nachgewiesen hatte, wurden diese damit wieder ihrer Bedeutung als specifischer Elemente beraubt.

Der schwache Punkt der Laënnec'schen Lehre lag darin, dass nicht alles das, was man in irgend einem Theile, z. B. in der Lunge, an gelblich käsiger Masse findet, aus der grauen, halbdurchsichtigen Granulation hervorgeht; dass das Meiste daran ein einfaches Entzündungsproduct ist.

Virchow ersetzte dic Laënnec'sche Lehre durch eine zeitgemässere Fassung.

„Nur der miliare Tuberkel soll fortan als Tuberkel angesehen werden, nur durch den Befund der grauen, halbdurchsichtigen Granulation ein Process als ächt tuberkulös legitimirt" sein. Käsige Zustände können ebensowohl von eingedicktem Eiter und zellenreichen Neubildungen als von

regressiven Miliartuberkeln herrühren. Es bleibe daher der pathologischen Anatomie die Aufgabe, überall das, „was käsig-entzündlich sei, von dem zu trennen, was Kraft seiner Beziehung zum miliaren Tuberkel als ächt tuberkulös" angesprochen werden könne.

Nachdem die Nothwendigkeit einer derartigen Trennung erkannt war, wurde diese Trennung selbst versucht. Man fing an, sich an die aufgestellte Eintheilung zu gewöhnen, als es zu einem neuerlichen Umschwung der Anschauungen kam, indem gezeigt wurde, dass manche mit Verkäsung endigende Affectionen, die man jetzt in die Kategorie der käsig-entzündlichen gestellt hatte, denn doch ächt tuberkulöse Affectionen sind. Von ganz besonderer Tragweite war dieser Nachweis für den sogenannten Lymphdrüsenscrophel, dessen ächt tuberkulöse Natur von Schüppel festgestellt wurde.

Besonders waren es dann weiter die Resultate von an Thieren mit käsigen Massen angestellten Impfversuchen, welche eine Aenderung der Anschauungen hervorriefen und zu der Annahme führten, dass der Tuberkel als Resorptionsknötchen, die Tuberkulose als eine Resorptions- und Infectionskrankheit anzusehen sei.

Die alte Frage von der Uebertragbarkeit der Tuberkulose wurde neuerdings von Villemin*) wieder angeregt. Man impfte Kaninchen und Meerschweinchen mit frischen Miliartuberkeln, mit käsiger Masse, mit den Sputis von Phthisikern und erzielte das überraschende Resultat, dass bei „gewissen Thieren" diese Impfungen von positivem Erfolge sind und den Ausbruch einer acuten, selbst tödtlichen Miliartuberkulose nach sich ziehen. Schon längst hatte Buhl die Idee verfolgt und aus-

*) Nachdem — abgesehen von den frühesten Impfversuchen Kortums (1789), Cruveilhiers (1826) u. A., ferner abgesehen von den die Impfung des Rotzes und des Wurms und deren künstliche Hervorrufung betreffenden Experimenten von Levell, Vines, Renault-Bonney u. A. — schon 1834 Erdt bei Pferden sehr zahlreiche Knoten in den Lungen nach Impfung mit scrophulösem Eiter vom Menschen, Klencke (1843) bei Kaninchen Lungen- und Lebertuberkulose durch Injection von Tuberkel in die Halsvenen, auch Lebert (1851) Aehnliches bei Hunden nach Injection in die Venen gefunden hatte, erregten erst die Mittheilungen von

gesprochen, dass die Miliartuberkulose als eine Resorptionskrankheit aufzufassen sein dürfte. Virchow hatte darauf aufmerksam gemacht, dass man thatsächlich in fast allen Fällen von acuter disseminirter Miliartuberkulose irgendwo im Körper einen käsigen Herd, am häufigsten eine verkäste Lymphdrüse antreffe.

„Nach den erwähnten Versuchsergebnissen wurden namentlich solche Fälle interessant, wo sich eine besonders reiche Anhäufung miliarer Tuberkel in der nächsten Umgebung der käsigen Herde vorfand, mithin der letztere sich in handgreiflichster Weise als der Ort der Impfung und Resorption qualificirte. Der miliare Tuberkel büsste auf diese Weise seine Originalität ein, er wurde zum Resorptionsknötchen, die Miliartuberkulose zu einem Accidens, bei dem es sich nur noch um die Feststellung der Bedingungen handeln konnte, unter welchen es eintritt oder nicht eintritt."*)

In letzterer Hinsicht waren die Experimente Waldenburgs und die, welche Cohnheim und Fränkel anstellten, von ganz besonderer Bedeutung. Aus ersteren ging hervor, dass es ganz gleichgiltig sei, was und wie man injicire, um bei „gewissen Thieren" positive Resultate zu erhalten, durch letztere wurde nachgewiesen, dass man bei „gewissen Thieren" überhaupt nichts einzuimpfen brauche, dass die blosse Erregung eines Eiterungsprocesses schon genüge, Kaninchen und Meerschweinchen tuberkulös zu machen.

Es ergiebt sich hieraus, dass für die Entstehung der Tuberkulose vor allen anderen Bedingungen die Individualität des Geimpften in Betracht kommt. Kaninchen und Meerschweinchen sind vor anderen Versuchsthieren durch ein höchst charakteristisches Verhalten ihrer eiterigen Entzündungsproducte ausgezeichnet. Dieselben haben eine unverkennbare Neigung, rasch zu verkäsen. „Was liegt daher näher, als dass wir uns die besondere Prädisposition gerade dieser Thiere für die Tuberkulose als eine weitere Consequenz jener anderen Prädisposition zu käsiger Entzündung erklären und uns vor-

---

Villemin (1865) allgemeineres Interesse. Hier sei schon erwähnt, worauf später noch zurückgekommen wird, dass die tuberkulöse Natur der durch Impfung hervorgerufenen Knötchen von Manchen noch bezweifelt wird.

*) Rindfleisch im v. Ziemssen'schen Handbuch.

stellen, dass sich diese Thiere mit ihren eignen Entzündungsproducten impfen, dass sie sich selbst tuberkulisiren."

„Es fällt hierbei die „frappante Aehnlichkeit" in die Augen, welche zwischen der eben erwähnten besonderen Prädisposition „gewisser Thiere" für die Tuberkelbildung einerseits und dem vorzugsweise häufigen Vorkommen des Tuberkels bei einer bestimmten Gruppe von Menschen, nämlich dem scrophulösen andererseits besteht."*)

Das charakteristische Merkmal der constitutionellen Krankheit, die von Alters her als Scrophulose bekannt ist, liegt darin, dass bei gewissen Individuen alle oder fast alle sie betreffenden Entzündungsprocesse einen eigenthümlichen Verlauf haben; es besteht eine unverkennbare Neigung zu einer Verschleppung eines abnormen Zustandes. Während bei gewöhnlichen Entzündungen die Infiltration ein vorübergehender Zustand ist, welcher seine naturgemässe Lösung entweder in der Abscedirung, oder in der Organisation oder auch in der Resolution findet, tritt uns bei der scrophulösen Entzündung der „bleibend infiltrative Charakter" entgegen. Was das weitere Schicksal des scrophulösen Infiltrats betrifft, so verschwindet dasselbe entweder nur sehr allmälig, oder es bleibt liegen, oder es geht regressive Metamorphosen ein, welche in die Kategorie der Verkäsung gehören.

Worin dieses aussergewöhnliche Verhalten begründet ist, diese Frage hat die Aerzte aller Zeiten aufs Lebhafteste beschäftigt**). Aeltere Autoren nehmen eine Schärfe im Blutwasser an, Rokitansky sieht in dem „gelben" Tuberkel ein Exsudat „entarteter Proteïnstoffe", Virchow machte zuerst auf den vorwiegenden Zellenreichthum des scrophulösen Exsudats aufmerksam, dessen hyperplastischen Charakter er betont; weiter macht Virchow darauf aufmerksam, dass die Zahl und die Grösse der lymphatischen Organe sehr grossen individuellen Schwankungen unterliegt. Eine grössere Entwicklung dieser wird „eine vermehrte Erkrankungsmöglichkeit mit sich bringen"

---

*) Wenn gesagt wird, es handelt sich bei der Scrophulose um eine „gesteigerte Vulnerabilität" der Gewebe, so wird damit über das Wesen des Zustandes nichts ausgesagt.

**) Rindfleisch, l. c.

(Geschwülste II., S. 585); Rindfleisch (Lehrb., S. 93, 4. Aufl.) hat die Aufmerksamkeit auf gewisse Besonderheiten der scrophulösen Infiltrat-Zellen gelenkt. Dieselben sind durchschnittlich grösser als gewöhnliche Exsudatkörperchen, haben ein matt glänzendes Protoplasma und in Theilung begriffene oder doppelte Kernkörperchen haltende Kerne. Es macht den Eindruck, als ob die ausgewanderten farblosen Blutkörperchen beim scrophulösen Individuum die Neigung hätten, während ihres Aufenthaltes im Gewebe sich zu vergrössern, etwa durch Intussusception eiweissartiger Stoffe anzuschwellen, in diesem Schwellen abzusterben und dann sehr allmälig zu zerfallen.

Ebenso wichtig als Quantität und Qualität der Zellen ist bei dem scrophulösen Entzündungsproduct die primäre Trockenheit desselben. Es dürfte diese auf den mangelhaften Gefässturgor des scrophulösen Individuums zurückzuführen sein, was mit der Annahme übereinstimmen würde, dass das Wesen der Scrophulose in einem Missverhältniss von Blutmenge zum Körpergewicht liege.

Die regressive Metamorphose des scrophulösen Infiltrats stellt sich in Form einer central beginnenden Verkäsung ein. Die verkäste Masse kann entweder erweichen oder verkalken. Die schliesslichen Zerfallsproducte sind neben äusserst feinen Fetttröpfchen und Eiweisskörnchen ausserdem noch ungekannte Mengen löslicher Substanzen.

Alle diese Dinge können nicht nur, sondern müssen resorbirt werden.

Wenn wir nun sehen, wie gerade scrophulöse Individuen von der Tuberculose mit solcher Vorliebe heimgesucht werden, „was liegt näher als anzunehmen; dass hier gerade so, wie in den oben erwähnten Experimenten bei gewissen Thieren, durch den besonderen Ablauf der primären Entzündung das Gift erzeugt wird, welches in die Säftemasse des Körpers aufgenommen die Tuberkulose hervorbringt".

Dabei sei noch erwähnt, dass das an der Oberfläche von Schleimhäuten, die lange im Zustande scrophulösen Katarrhs waren, gelegene Secret ganz dieselben inficirenden Eigenschaften besitzen soll wie die Zerfallsproducte von im Innern von Organen zur Entwicklung gekommenen scrophulösen Infil-

traten. Der grosse Zellenreichthum und die daher rührende dickliche, zum schnellen Eintrocknen disponirende Beschaffenheit des scrophulös-catarrhalischen Secrets ist schon lange bekannt. Dieses eigenartige, „giftige", mit Zerfallsproducten reichlich versehene Secret wird da, wo die Schleimhaut straff gespannt ist, dieser förmlich eingerieben.*)

Ist die Tuberkulose als eine Resorptionskrankheit anzusehen, so fragt es sich, was ist bei den Zerfallsproducten das Inficirende, und auf welchen Wegen findet die Infection statt?

Was die Frage betrifft, was ist das inficirende Ding, so gehen darüber die Ansichten weit auseinander. Sind es gelöste oder corpusculäre Zerfallsproducte, und welcher Art sind sie? Ist es die Käsemasse selbst oder etwas ihr Beigemischtes, sind es etwa beigemischte Bacterien (Buhl) etc.? Hat jede Käsemasse infectiöse Eigenschaften oder nur der Tuberkelkäse? Alle diese Fragen harren noch der entscheidenden Antwort. Für die „metastatische Tuberkulose" scheint Manches dafür zu sprechen, dass es corpusculäre Dinge sind, die in den Blutstrom gelangen; findet hierbei die Aufnahme durch die Venen statt, so fragt es sich, ob die corpusculären, inficirenden Elemente durch die Lunge hindurch ohne Weiteres in den arteriellen Strom gelangen können, oder ob hierzu stets das Mittelglied einer tuberkulösen Affection der Lunge nöthig ist.

Huguenin, welcher der Annahme zuneigt, dass es corpusculäre Dinge sind, macht zur Stütze dieser Annahme darauf aufmerksam, dass man bei Tuberkulose der Pia mater gelegentlich die Tuberkel auf das Gebiet Einer einzigen Arterie beschränkt findet,**) für welche Fälle man die Ansicht aufgestellt hat, es handle sich um „Embolie käsiger Massen".***)

Wie die Dinge in das Gefässsystem kommen können,

*) Rindfleisch, in v. Ziemssen's Handb., l. c., S. 158 und S. 171 Lehrb. d. pathol. Anatom. S. 346. Dass die tuberkulösen Veränderungen in der Lunge so sehr häufig zuerst gerade an der Uebergangsstelle der Bronchiolen in die Acini zu finden sind, soll dadurch bedingt sein, dass an dieser Stelle die Schleimhaut über den scharfen Kanten besonders straff angespannt ist.

**) wie dies schon von Louis beobachtet wurde.

***) l. c., S. 499.

zeigt eine von Huguenin angeführte Beobachtung. Gelegentlich konnte dieser nämlich bei der Section eines Tuberkulösen eine Perforation einer Lungenvene nach einer Caverne hin nachweisen. Es musste sich, nachdem die Perforation erfolgt war, der Inhalt der Caverne mit dem Blut mischen, das schliesslich die ganze Caverne ausspülte. In welcher Weise die Perforation des Gefässes durch tuberkulöse Processe zu Stande kommt, darüber giebt Rindfleisch (v. Ziemssen's Handb. S. 181) Auskunft.

Was die andere Frage betrifft, die nach den Wegen der Verbreitung der Infection, so kennen wir einmal eine locale Infection; wir sehen, wie Tuberkel in der nächsten Umgebung des Infectionsherdes auftreten*), und wie dabei die grösste Anhäufung von Tuberkelknötchen in der allernächsten Nähe des Infectionsherdes stattfindet. Auch die Entstehung frischer, mehr peripher gelegener Tuberkel deutet, „wie dies besonders an den serösen Häuten leicht sichtbar ist", auf das excentrische Fortschreiten hin.

Während in nächster Umgebung (oder im Innern) eines scrophulösen Entzündungsherdes die miliaren Knötchen oft sehr dicht gedrängt sind, sieht man sie gelegentlich etwas weiter weg, perlschnurförmig gereiht, den Verlauf der abführenden Lymphgefässe oft weithin bezeichnen, ein Verhalten, wie es von Rindfleisch (Handb. S. 94) für die Darmtuberkulose und an anderer Stelle auch für die Lungentuberkulose als in der Nachbarschaft einer grösseren Caverne vorkommend beschrieben wird. (l. c., S. 366.)**)

---

*) Huguenin erwähnt (v. Ziemssen's Handb., XI. Bd., S. 503) einen Fall, bei dem sich in der Occipitalrinde links ein nussgrosser käsiger Herd fand. Ueber der rechten Hemisphäre bestand einfache Trübung der Pia, links waren stärkere Trübung und Miliartuberkel zu sehen. „Der Käseherd hatte ohne Zweifel die Tuberkel der Umgebung geliefert."

**) Um einen mittleren dicht besetzten Punkt finden sich, nicht regellos zerstreut, sondern nach einem gewissen Plan geordnet, miliare Knötchen. Auf Schnitten, die man durch solche Knötchen gelegt hat, sieht man nach aussen ein sehr derbes, dichtgefügtes Bindegewebe, im Centrum eine gelblich-weisse Opacität. Virchow hat vor einer Täuschung gewarnt, der man hier verfallen kann. Das gleiche Bild kann man nämlich auch erhalten bei querdurch-

Nächst den Lymphgefässen bilden die zu dem Locus affectus gehörigen Lymphdrüsen einen Lieblingssitz der Miliartuberkel, und zwar in der Weise, dass zu dem Auftreten einer Lymphdrüsentuberkulose es keineswegs nothwendig ist, dass die zuführenden Lymphwege selbst tuberkulös afficirt sein müssen.

Von den übrigen Organen des Körpers scheint keins, welches Gefässe und Bindegewebe enthält, eine eigentliche Immunität zu besitzen; nur besteht bekanntlich in Bezug auf die Häufigkeit des Befallenwerdens ein grosser Unterschied für die einzelnen Organe.

„Die ganze Invasion der Tuberkulose erinnert an die Invasion maligner Geschwülste. Die 3 Etappen der letzteren: locale Infection, Infection der Lymphdrüsen und generelle Infection zeigen sich hier wie dort." Hier wie dort bilden die Affectionen der Lymphdrüsen einen „schützenden Damm", der hier in vielen Fällen überhaupt nicht durchbrochen wird. Ist er durchbrochen, so treten die disseminirten Tuberkel in der Regel nicht an den Lymphgefässen, sondern an den arteriellen Uebergangsgefässen und an den Capillargefässen auf, ein Zeichen, dass von da ab die Krankheit im Blute residirt. In der letzteren Form des Auftretens hat man die über mehr weniger viele Organe verbreitete Miliartuberkulose, die darnach also als eine „metastatische" aufzufassen wäre.

Auf diese Aehnlichkeit hin hat man eine Eintheilung aufgestellt, nach welcher man eine primäre, eine secundäre und eine tertiäre Tuberkulose unterscheidet.

Unter „primärer Tuberkulose" werden (Rindfleisch, v. Ziemssen, Handb. Bd. V., S. 160) „örtliche Affectionen der verschiedensten Organe des Körpers verstanden, welche aus scrophulös-entzündlichen und tuberkulösen Elementen gemischt sind, sehr häufig aber nur aus ersteren bestehen"; unter „secundärer Tuberkulose" die Tuberkulose der Lymphdrüsen, unter „tertiärer" endlich die disseminirte Tuberkulose der verschiedensten nicht primär erkrankten Organe.

---

schnittenen Bronchen, deren Adventitia verdickt und deren Schleimhaut durch einen chronisch-katarrhalischen Process entartete. Um eine solche Täuschung kann es sich aber nicht handeln, wenn, wie diess von Rindfleisch geschehen ist, solche Knötchen auch an Stellen gefunden werden, an denen gar keine Bronchi verlaufen.

Bei dieser Eintheilung darf nur Eins nicht übersehen werden. Das zweite Glied in der Reihe, die secundäre Tuberkulose, wird durch den sogenannten Lymphdrüsenscrophel dargestellt. Dieser letztere kann in vielen Fällen zweifelsohne als eine secundär-tuberkulöse Affection angesehen werden, dann nämlich, wenn neben dem scrophulösen Katarrh auch ein tuberkulöses Geschwür auf der kranken Schleimhaut bestand, ist aber oft als tuberkulöse Affection primär, wenn in dem zur erkrankten Lymphdrüse gehörigen Wurzelgebiet kein tuberkulöses Geschwür zu finden ist, sondern nur ein scrophulöser Katarrh. Wir können hier also den anatomisch-specifischen Zustand der Tuberkulose erst bei der zweiten Station, bei der Lymphdrüsentuberkulose, constatiren. Man könnte freilich versucht sein, „in dem Katarrh schon irgend ein tuberkulöses Element zu suchen, doch müssen wir einstweilen dieser Versuchung widerstehen" bemerkt Rindfleisch,*) sieht aber gleichwohl in jeder Lymphdrüsentuberkulose eine secundär-tuberkulöse Affection, die zweite Station der Invasion.

Ferner wäre bei dieser Eintheilung noch Eins zu erwähnen, nämlich dass von jeder tuberkulösen Affection eine locale Infection der Nachbarschaft ausgehen kann, von der secundären und tertiären ebenso wohl wie von der primären.

Bei der Annahme, dass es sich bei der Tuberkulose um eine Resorptions- und Infectionskrankheit handelt, entsteht in Betreff des Infectionsvorganges die Frage:

Ist die Tuberkulose als eine specifische Infectionskrankheit anzusehen, ist das inficirende Agens etwas Specifisches, das folgerichtig dann auch auf ein anderes bis dahin ganz gesundes Individuum übertragen dieses tuberkulisiren muss, oder kommt bei der Infection vorzugsweise die Individualität des Impflings in Betracht, während dem inficirenden Stoff nur mehr die Rolle des Reizträgers zukommt?

Die eine wie die andere Ansicht hat ihre Vertreter. Buhl, Villemin, Klebs u. A. auf der einen, Hoffmann, Cohnheim, Fränkel u. A. auf der anderen Seite.

So einleuchtend und bestechend auch die Infections-

*) v. Ziemssen's Handbuch.

theorie erscheint, so darf man sich doch nicht verhehlen, dass sich eine ganze Reihe von Erscheinungen nur schwer mit ihr in Einklang bringen lässt.

Eigenthümliche Stoffe sollen zunächst in die Lymphe gewisser Regionen, früher oder später auch in die Blutbahn, gelangen und die Tuberkelbildung anregen. Sei es, dass diese Stoffe gelöst oder corpusculär sind, mögen sie specifische Eigenschaften haben oder nicht; man sollte nun doch erwarten, dass, wenn der tuberkelerregende Stoff einmal ins Blut gelangt ist, er auch stets eine allgemeine Miliartuberkulose hervorruft, d. h. wenigstens in allen denjenigen Organen, in welchen die Tuberkulose überhaupt vorkommt. Wenn ganze Organe und gewisse Gewebssysteme gegen Tuberkulose ganz immun scheinen, so könnte man dies wohl „durch die eigenthümlichen Verhältnisse des feineren Baus" derselben erklären (Schüppel, d. Lymphdrüsentuberkulose, S. 133). Wie aber ist es zu verstehen, dass bei disseminirter Tuberkulose, bei der doch der tuberkelerregende Stoff zeitweilig im Blut residiren soll, ein und dasselbe Organ bald von Tuberkeln frei bleibt, bald davon befallen wird. Vom Standpunkt der reinen Resorptionstheorie lässt sich hierauf keine befriedigende Antwort geben. Wollte man sagen, es hängt von Zufälligkeiten ab, in welches Gefässgebiet gerade die tuberkelerregenden Dinge gelangen, so kann uns mit einer solchen Annahme denn doch nicht gedient sein, wenn wir sehen, wie bei Kindern z. B. unverhältnissmässig häufig gerade die Pia mater zum Sitz von Miliartuberkeln wird. Die Anhänger der Resorptionstheorie müssen hier noch ein anderes Moment heranziehen, und dieses muss in dem Organ, welches der Sitz der Tuberkulose wird, selber liegen.

Ein weiteres Bedenken gegen die reine Resorptionstheorie liegt darin, dass käsige Massen resorbirt werden können, ohne dass dabei Tuberkel entstehen. Wenn dasselbe nun auch von den verkästen Lymphdrüsen behauptet wird, so erscheint diess im Sinn der Resorptionstheorie insofern ganz besonders auffallend, als die verkäste Masse in den Lymphdrüsen, wie man jetzt weiss, in weitaus den meisten Fällen aus zerfallenen Tuberkeln hervorgegangen ist, und der Tuberkelkäse (wie vielfach angenommen wird) ganz besonders infectiöse Eigenschaften besitzen soll. Die Resorption allein

reicht demnach nicht aus. Sollen dabei irgendwo Tuberkel auftreten, so muss noch ein anderes für deren Entstehung nothwendiges Moment hinzukommen.

Dieselbe Frage, wie hier bei der Tuberkulose, kehrt auch bei den Metastasen bösartiger Geschwülste wieder. Auch hier wird angenommen, dass es losgelöste Elemente der Geschwulst sind, welche, in den Lymph- resp. Blutstrom gelangt, da, wo sie festsitzen bleiben und einen günstigen Boden für ihre Weiterentwicklung finden, den Anstoss zur Entwicklung gleichgearteter (metastat.) Geschwülste geben. In Betreff der Art und Weise, wie diese Geschwulstemboli an dem Ort, wo sie sitzen bleiben, zur Bildung metastatischer Geschwülste führen sollen, nimmt man von der einen Seite einen „inficirenden" Einfluss des Embolus auf die Nachbarschaft an. Die Elemente der Nachbarschaft sollen durch ihn zu einer Entwicklung in bestimmter Richtung angeregt werden, während man von der anderen Seite die ganze metastatische Geschwulst geradezu als das Product der excessiven Entwicklung der den Geschwulstembolus constituirenden Elemente betrachtet. Der Geschwulstembolus entwickele sich in dem Gefässlumen immer mehr und mehr, die Neubildung durchbreche die Gefässwand und ergreife die Nachbarschaft, wobei deren Elemente in mehr weniger grosser Ausdehnung activ sowohl als passiv in Mitleidenschaft geriethen. Bei solchen Vorstellungen war nur auch hier nicht zu verstehen, wie in gleichen Fällen das eine Mal Metastasen auftreten, das andere Mal nicht, und wie es komme, dass bei einer Metastasenbildung so häufig nur ein Gewebssystem (z. B. das Knochengerüst) Sitz von metastatischen Geschwülsten wird, während doch Geschwulstemboli, denen der Annahme nach die Rolle der Vermittler zukommen soll, durch den Blutstrom in alle Organe des Körpers geführt werden. Die klinische Beobachtung spricht auch hier dafür, dass es für das Zustandekommen einer Geschwulstmetastase nicht genügt, dass ein Geschwulstembolus, von der primären Geschwulst losgelöst, an irgend einer Stelle des Gefässsystems eingekeilt wird, dass es vielmehr noch des Hinzukommens eines weiteren Momentes bedürfe, das seinerseits wieder in einem besonderen Verhalten des Gesammtkörpers oder in einem solchen eines bestimmten Gewebssystems des Körpers liegen könne.

In überraschender Weise hat diese Auffassung eine Bestätigung erhalten durch die folgenschweren Experimentaluntersuchungen, die in allerneuester Zeit Cohnheim und Maas (Virchow, Archiv Bd. 70. 2.) anstellten. Indem diese Periostslückchen in den Blutstrom brachten, konnten sie nicht nur beobachten, wie diese in den Lungengefässen sich weiterentwickelten, wie der Periostlappen in den ersten 3 bis 5 Tagen sich verdickte, und wie um den 10. bis 12. Tag auf der inneren Periostfläche eine schöne Lage hyaliner Knorpelzellen zu sehen war, wie von da an bis zum 15., 16. und 17. Tag sogar wirkliche ächte Knochenlamellen gefunden wurden, sondern sie konnten die weitere wichtige Beobachtung machen, dass die Neubildung von dieser Zeit an sich wieder rückbildete. „Es bethätigt sich hier jene Fähigkeit des physiologischen Organismus, welche auch sonst zur Geltung kommt, nämlich vermöge seiner lebendigen Kräfte, seines Stoffwechsels alles dasjenige, was nicht für Zwecke desselben nutzbar gemacht werden kann, aus dem Körper zu entfernen. Ist dies richtig, so ergiebt sich mit unweigerlicher Consequenz, dass den Individuen, die an generalisirten Geschwülsten leiden, jene Fähigkeit fehlt." (S. 168.) Ist ein bestimmtes Gewebssystem der Sitz von Metastasen, so wird man anzunehmen haben, dass gerade dieses durch gewisse Veränderungen den geeigneten Boden für die Entwicklung von Metastasen abgiebt. Die Versuche von Cohnheim und Maas dürften den Weg anbahnen, der uns in der Erkenntniss der Vorgänge bei den Geschwulstmetastasen weiter führt; sie haben gezeigt, wie in den Blutstrom eingeführte, der Weiterentwicklung fähige, Gebilde, an einer Stelle des Gefässsystems festgehalten, hier im Lumen des Gefässes sich bis zu einer gewissen Stufe entwickeln und sich von einem bestimmten Zeitpunkt und Höhepunkt der Entwicklung an dann unter „physiologischen Verhältnissen" wieder rückbilden. In der Fähigkeit, die bis zu einer gewissen Höhe zur Entwicklung gekommene Neubildung zurückzubilden, wird eine dem physiologischen Organismus zukommende Function angenommen. Es bleibt von weiteren Versuchen, die folgerichtig sich an die erwähnten Experimente anschliessen müssen, abzuwarten, ob unter den gleichen Verhältnissen in den Blutstrom eingeführte Gewebsstücke bei nicht physiologischem Organismus sich anders entwickeln und

event. sich in anderer Weise rückbilden, resp. sich nicht rückbilden.

Was die weiteren Einwände betrifft, die man gegen die reine Resorptionstheorie (für die Miliartuberkulose) gemacht hat, so sei hier nur noch erwähnt, dass, wenn man von der einen Seite einen besonderen Werth darauf legt, dass bei Miliartuberkulose es fast ausnahmslos gelinge, irgendwo im Körper einen käsigen Herd nachzuweisen, man von anderer Seite diesem Nachweis keine allzugrosse Bedeutung beilegt, weil Verkäsungen überhaupt so ungemein häufig gefunden würden; sowie ferner, dass die Resultate der Impfung bei Thieren, auf die sich ja zum grossen Theil die Infectionstheorie stützt, von vielen Seiten beanstandet werden. Die kleinen und grösseren Knötchen, die man nach Impfungen späterhin in den Lungen, in der Leber und in anderen Organen der Versuchsthiere finde, wendet man ein, seien keine ächten Tuberkel. Wenn Friedländer (Volkmann'sche Vorträge „Ueber locale Tuberkulose") die tuberkulöse Natur aller solcher Knötchen aus dem Grunde anzweifelt, weil er keine Riesenzellen in ihnen fand, so ist damit denn doch wohl den Riesenzellen eine übertriebene Bedeutung beigelegt. Wenn es auch richtig sein mag, dass bei vielen Impfversuchen, die als von positivem Resultat begleitet angegeben sind, die microscopische Untersuchung der hervorgerufenen Knötchen eine unvollständige war, so ist auf der anderen Seite doch unzweifelhaft die ächt tuberkulöse Natur der durch Impfung hervorgerufenen Knötchen festgestellt worden.*)

---

*) In einer neuerdings veröffentlichten Arbeit (aus Virchow's Institut) von Max Wolff, („Ueber entzündliche Veränderungen innerer Organe nach experimentell bei Thieren erzeugten subcutanen käsigen Herden mit Rücksicht auf die Tuberkulosenfrage", Virchow's Archiv 1876, S. 234), welcher bei seinen Experimenten, bei denen er pilzhaltige Materie injicirte, neben den an der Impfstelle auftretenden Veränderungen auch in inneren Organen, wie in der Lunge und in der Leber, mit diesen Hand in Hand gehende Veränderungen auftreten sah, die er aber nach der microscopischen Untersuchung als von nicht tuberkulöser Natur ansehen muss, sagt der Verfasser bei Besprechung der von ihm erhaltenen Resultate: „Trotz der bei meinen Versuchen so oft erhaltenen rein entzündlichen Veränderungen trete ich keineswegs

Dass der sogenannte Lymphdrüsenscrophel in weitaus der grossen Mehrzahl der Fälle als eine ächt tuberkulöse Affection anzusehen ist, wurde schon mehrmals erwähnt.

Der von Schüppel hierfür erbrachte Beweis liegt in dem fast stets gelingenden Nachweis von histologisch wohl charakterisirten Tuberkelknötchen.*) Wir werden hiermit auf die Frage geführt: Wodurch ist anatomisch der Tuberkel charakterisirt?

Nach der Definition, die Schüppel giebt, stellt der histologische Tuberkel eine meist scharf begrenzte, wenn auch sehr kleine Geschwulst dar, welche der Blutgefässe entbehrt und welche aus Zellen von verschiedener, zum Theil sehr beträchtlicher Grösse, sowie aus einem Reticulum besteht, welches dem des adenoiden Gewebes sehr nahe kommt, und in dessen Maschen die Tuberkelzellen eingebettet sind. Die Tuberkelzellen erscheinen in 3 verschiedenen Zellformen, nämlich als Riesenzellen, als epitheloide Zellen und als kleine lymphkörperartige Rundzellen.

Auf der Höhe der Entwicklung sieht man fast ausnahmslos eine oder mehrere vielkernige Riesenzellen. Um diese herum liegen zahlreiche grössere epithelartige Zellen mit einem oder mehreren grossen bläschenförmigen Kernen, welche den Haupt-

---

der Anschauung von Friedländer bei, der die Möglichkeit, experimentell durch Impfung eine mit der Miliartuberkulose des Menschen identische Erkrankung beim Thier hervorzurufen, überhaupt in Abrede stellt; ich thue dies um so weniger, als ich mich erst neuerdings wieder (mit Dr. Orth) an dem Omentum einer mit tuberkulösem käsigem Material aus einer menschlichen Lunge in die Bauchhöhle geimpften Katze überzeugt habe, dass die durch die Impfung hervorgebrachten Knötchen wahre Tuberkel waren".

*) Das Nächste, was sich aus diesem Nachweis ergiebt, ist, dass die käsigen Massen, welche man in den Lymphdrüsen findet, meist als das Product einer älteren Tuberkulose anzusehen sind. Es wird damit die Auffassung nahe gelegt, dass, wenn in der That in so sehr vielen Fällen von Tuberkulose eine verkäste Lymphdrüse gefunden wird, in der man geneigt ist den Infectionsherd zu sehen, es nicht der Käse an sich, sondern dass es bestimmte Käsearten sein möchten, welche das Tuberkelvirus enthalten. Nur diejenige Käsemasse, könnte man geneigt sein anzunehmen, besitze infectiöse Eigenschaften, welche durch Zerfall von Tuberkel entstanden ist. (Schüppel, l. c. S. 114.)

bestandtheil des Tuberkels ausmachen. Die dritte Form, die kleineren Rundzellen, kommen in geringerer Anzahl vor. Während die beiden ersten Zellformen sich durch Färbemittel wenig färben, färben letztere sich sehr intensiv.

Zwischen den kleinen Rundzellen und den grösseren epitheloiden Zellen werden alle Mittelstufen angetroffen, welches Verhalten dahin gedeutet werden kann, dass die Lymphkörperchen zu epitheloiden Zellen umgewandelt werden. Da auch zwischen epitheloiden Zellen und Riesenzellen Uebergangsformen gefunden werden, so wird damit die Auffassung nahe gelegt, dass es sich bei den drei genannten Zellarten nicht um wesentlich verschiedene Gebilde, sondern nur um verschiedene Formen handelt. Wenn Schüppel dieser Annahme auch anfänglich zuneigte, so liess er sie doch wieder fallen, weil er trotz darauf gerichteter Aufmerksamkeit nicht genügend Uebergangsformen vom einfachen Lymphkörperchen bis zur Riesenzelle finden konnte.

Wichtig ist die in allen Knötchen wiederkehrende bestimmte Anordnung und Gruppirung der das Tuberkelknötchen zusammensetzenden Zellformen.*)

Die von Schüppel beschriebenen Tuberkelknötchen haben einen Durchmesser von nur etwa ⅓ Mm.; sie haben keinen Anspruch auf die Bezeichnung „miliarer" Tuberkel.

Die Virchow'sche Definition des „miliaren" Tuberkels, (der das specifische Product der Tuberkulose darstelle), als Neubildung in Form einer kleinzelligen Wucherung, bei der die Zellen von einem bald stärker, bald schwächer entwickelten Netz von bindegewebigen Fäden durchzogen und zusammengehalten werden, ist für die Tuberkelknötchen der Lymphdrüsen nicht zutreffend. Miliare Tuberkel, Tuberkel von der Grösse eines Hirsekorns stellen nicht die letzte Tuberkeleinheit dar, das kleinste, noch sichtbare Knötchen ist aus noch kleineren Abtheilungen, den „submiliaren" Knötchen, den „Unterknötchen", zusammengesetzt. Letztere müssen schon zu 40 bis

*) Bezüglich der Zahl und Stellung der Kerne in den Riesenzellen kommen sehr zahlreiche Variationen vor (Schüppel, l. c., S. 85). Im Gegensatz hierzu soll nach Friedländer (Ueber locale Tuberkulose, Volkmann'sche Vorträge) in den Riesenzellen des Tuberkels eine ganz bestimmte Anordnung der Kerne bestehen.

50 Stück „conglomerirt" sein, um als ein mohnsamgrosses Knötchen zu imponiren.

Gerade diese Eruptionsform, das Gruppirtsein der Geschwulstmasse um gewisse Anhäufungscentra, ist charakteristisch für die Tuberkelneubildung. Was die Zahl der Anhäufungscentren in einem Tuberkelknoten betrifft, so ist diese eine innerhalb sehr weiter Grenzen wechselnde. Es giebt solche mit nur einem Anhäufungscentrum, und solche sind es gerade, die man bei der Lymphdrüsentuberkulose findet; es giebt Conglomerate, welche die Grösse einer Wallnuss und darüber erreichen.*)

Findet man in den Anhäufungscentren etwas besonderes, so ist es eine gewisse Menge dichter, feinkörniger Substanz, die nach aussen ziemlich scharf begrenzt ist und zahlreiche, meist randständige Kerne enthält; es sind das die bei der Anatomie des Tuberkels so vielgenannten Riesenzellen.

Das fast constant nachweisbare Vorkommen dieser in den Tuberkeln, und ihre Lage im Centrum der „Unterknötchen", wodurch sie quasi zum Mittelpunkt dieser werden, um den sich die epitheloiden und Rundzellen gruppiren, haben zu der Annahme geführt: einmal, dass die Riesenzellen ein regelmässiger Befund auf der Akme ihrer Entwicklung sich befindender Tuberkeln seien; (wenn man sie nicht immer fände, so könnten sie entweder durch die Präparation verloren oder durch regressive Metamorphose schon zu Grunde gegangen sein;**) der Zustand der höchsten Entwicklung ist beim Tuberkel ja nur ein sehr kurz dauernder, ihm folgt — und das ist ja gerade charakteristisch für ihn — sehr rasch die Verkäsung;) und dann, dass ihnen bei der

---

*) Das, was wir in dem Tuberkelknötchen auf der Höhe seiner Entwicklung finden, kann bald ein kleinzelliges Granulationsgewebe sein, bald sieht man in dem Knötchen eigenthümlich geartete Zellformen der beschriebenen Art, bald hat das Knötchen ein Aussehen, welches zu der Bezeichnung des fibrösen Tuberkels Veranlassung gegeben hat.

**) Dem gegenüber muss bemerkt werden, dass man von anderer Seite gerade im Gegentheil hierzu hervorhebt, dass die Riesenzellen noch inmitten der verkästen Masse relativ gut erhalten gefunden werden.

Entwicklung der Tuberkel eine ganz besonders wichtige Rolle zukomme.

Eine grosse Reihe von zum Theil sehr werthvollen Untersuchungen hat sich darauf hin die Aufgabe gestellt, die Art der Bildung der Riesenzellen zu studiren und die Bedingungen, unter denen ihre Bildung statthatt, zu erforschen, um damit dem Verständniss der Tuberkelbildung näher zu kommen.

„Wenn es gelingen sollte, der Entstehung der Riesenzellen auf die Spur zu kommen", schreibt Schüppel, „so lässt sich erwarten, dass damit die Frage nach der Genese der Tuberkulose um einen wesentlichen Schritt gefördert werde."

Hat man den Riesenzellen von manchen Seiten auch eine so grosse Bedeutung beigelegt, dass man ihren Nachweis für die Diagnose des Tuberkels nöthig hielt, so muss doch bemerkt werden, dass die meisten Forscher zu dieser Frage die Stellung genommen haben, dass sie sagen, die Riesenzellen kommen ungemein häufig, fast regelmässig im frischen Tuberkel vor, es kommt ihnen aber nicht die pathognomonische Bedeutung zu, die man ihnen von manchen Seiten zuzuschreiben geneigt ist, und zwar um deswillen nicht, einmal, weil die Riesenzellen, wie bekannt, auch sonst noch bei einer ganzen Reihe von Zuständen vorkommen*), und dann, weil sie doch nicht ein so ganz ausnahmsloser Befund bei Tuberkeln zu sein scheinen, auch bei Tuberkeln nicht, die unzweifelhaft auf der Acme der Entwicklung stehen.

Die grosse Bedeutung, welche die Frage nach der Entwicklung und der Bedeutung der Riesenzellen für die Tuberkulosenfrage zeitweilig erhalten hat, lässt es gerechtfertigt erscheinen, an dieser Stelle mit wenigen Worten auf die Ansichten zu sprechen zu kommen, die man über das Wesen und die Entwicklung derselben von verschiedenen Seiten aufgestellt hat. Es wird dabei Gelegenheit genommen werden, die damit eng verknüpfte Frage: von welchen Elementen, von welchen

---

*) Sehr schön entwickelte Riesenzellen fand ich in einem Granulationsknopf, der sich nach einer Tenotomie des Internus gebildet hatte und von Arlt abgetragen worden war, sowie ferner in einem von Hirschberg enucleirten Auge mit einem Cysticercus. Um die Cysticercusblase herum fanden sich sehr zahlreiche Riesenzellen.

Gewebstheilen nimmt die Tuberkelbildung ihren Ausgang, in den Kreis der Betrachtung zu ziehen.

Das Vorkommen von Riesenzellen in den Tuberkeln ist schon lange bekannt, schon Rokitansky und später Virchow erwähnen ihrer, aber erst Langhans*) schenkte ihnen besondere Aufmerksamkeit; nach diesem sind sie ein fast constanter Bestandtheil der Tuberkel. Klebs**) bestätigt dies, betont aber, dass sie weder ein nothwendiges Attribut des Tuberkels sind, noch auch ausschliesslich im Tuberkel vorkommen. Schüppel***) vermisste sie in den Tuberkeln der Lymphdrüse niemals. Köster und Friedländer benutzten die Riesenzellen als Wegweiser beim Aufsuchen von Tuberkeln.

Wenn die Riesenzellen ein so überaus häufiges Vorkommniss bei Tuberkeln sind, so fragt es sich, welche Bedeutung haben sie, woher stammen sie, wie entstehen sie und was giebt zu ihrer Bildung Veranlassung?

Was die erste Frage betrifft, so sieht man im Allgemeinen in der Riesenzelle das Product eines eigenthümlichen Wachsthumsvorganges einzelner Zellen, bei dem es immer nur zur wiederholten Theilung der Kerne gekommen ist, ohne dass eine Theilung der Zelle nachfolgte.

Während nach dieser Auffassung die Riesenzelle sich aus einer Zelle würde entwickelt haben, hat man in allerneuester Zeit die Ansicht aufgestellt, dass die Riesenzelle durch Verschmelzen von Granulationszellen entstehe.†)

Wesentlich ganz verschieden von diesen beiden Auffassungen, nach denen die Riesenzelle von Zellen abstammt, ist die Annahme, dass die sogenannte Riesenzelle eine Gerinnselbildung sei, ein Conglomerat kleiner Eiweisspartikel, worauf weiter unten noch einmal zurückgekommen wird.

Bezüglich des zweiten Punkts, woher stammen die Riesenzellen, sei erwähnt, dass Virchow sämmtliche Elemente des

---

*) Virchow's Archiv 1868, S. 382.

**) Virchow's Archiv, Bd. 44, S. 289.

***) Schüppel, Lymphdrüsentuberkulose.

†) Virchow's Archiv 1876, S. 59. Giovanni Weiss (aus dem patholog. Institut in Berlin): „Bildung und Bedeutung der Riesenzellen und über epitheloide Zellen, welche um Fremdkörper herum sich im Organismus entwickeln." Weiter unten werde ich auf diese Arbeit zurückkommen.

Tuberkels, so auch die Riesenzellen aus einer Proliferation des präexistirenden Gewebes entstehen lässt, sei dasselbe ein neugebildetes oder sei es altes, unverändertes Bindegewebe. Als man mit der Zeit auf die Beziehungen der Riesenzellen zu den Gefässen, und zwar zunächst zu den Lymphgefässen, aufmerksam wurde, vermuthete Virchow, dass sie aus einer Wucherung des Endothels der Lymphgefässe hervorgingen. Nach Virchow bemühte sich Langhans die Beziehungen des Tuberkels zu den Lymphgefässen festzustellen. Von anderer Seite (Rindfleisch, Deichler, Colberg, Manz u. A.) betonte man das Auftreten der Tuberkel in nächster Nähe der Blutgefässe. Klebs lässt dann die Riesenzellen im Lymphgefäss sich entwickeln; bei ihrer Bildung soll es sich um eine Conglomerirung von kleinen Eiweisspartikeln handeln. Nach Schüppel sollen sich die Tuberkel der Lymphdrüsen und die Tuberkel der Leber in den Blutgefässen entwickeln.

Dafür, dass die Riesenzellen ursprünglich in Gefässschläuchen lagen, seien es Lymph- oder Blutgefässe, kann Manches geltend gemacht werden, so einmal ihre oft zu constatirende reihenförmige Anordnung, und dann ihre Bekleidung mit kleinen spindelförmigen Zellen, die alsdann die Bedeutung von aufgelagerten Endothelzellen hätten („Mantel" der Riesenzelle).

Unter der Annahme, dass die Riesenzellen im Lumen der Gefässe entstehen, würde dann weiterhin noch zu bestimmen sein, ob die Endothelzellen dieser allein bei ihrer Bildung betheiligt sind. Oft scheint diess nicht der Fall zu sein. Man sieht innerhalb des Kranzes, den auf dem Querschnitt die angeschwollenen Endothelzellen bilden, noch eine besondere Ausfüllungsmasse, in welcher bereits kernige Gebilde eingeschlossen sind; möglich, dass diese Ausfüllungsmasse durch Verschmelzung von frei im Lumen liegenden Zellen, seien es weisse Blutkörperchen oder abgelöste Wand-Endothelzellen entsteht, möglich, dass geronnene Eiweisskörper, wie Klebs meint, (welcher Meinung auch Schüppel [Wagner's Archiv XIII] zuneigt, und die Visconti weiter ausführte), an der Bildung der Riesenzellen Antheil nehmen.

Besonderer Erwähnung bedarf, dass nach Hering das Bild von Riesenzellen dadurch entstehen kann, dass Lymph-

gefässe mit ihrem durch die Härtungsflüssigkeit geronnenen Inhalt für solche imponiren.*)

Auch Brodowsky (Virchow's Archiv, Bd. 63, S. 113) bringt die Entwickelung der Tuberkel in Beziehung zum Gefässsystem. Die Riesenzelle, „ein sehr wesentlicher Bestandtheil" des Tuberkels, ist nach ihm eine in ihrer Form veränderte Gefäss-Anlage.

Dass die Riesenzelle bei der Necrose des Tuberkels verhältnissmässig lange ihre äussere Form erhält, wurde bereits oben bemerkt.

Wesentlich gefördert wurde die Frage nach der Herkunft der Riesenzellen durch die schönen experimentellen Untersuchungen Ziegler's.*) Ziegler konnte zwischen Glasplatten, die durch einen capillaren Spalt von einander getrennt waren und die unter die Haut eines Versuchsthiers gebracht wurden, Riesenzellen züchten, und fand dabei, dass es die zwischen die Platten kriechenden Wanderzellen sind, welche sich unter bestimmten Verhältnissen zu Riesenzellen entwickeln können, wie diess Schüppel, wie oben erwähnt, schon vorübergehend angenommen hatte. Diese Entwickelung scheint in der Weise zu geschehen, dass einzelne Wanderzellen sich auf Kosten der benachbarten vergrössern, und dass in ihnen eine starke Kernvermehrung erfolgt. Die Kerne der Riesenzellen wären darnach die Abkömmlinge des Zellkerns einer Zelle (l. c., S. 59).

Ob die von Ziegler nachgewiesene Bildungs- und Entstehungsart nun die einzige überhaupt vorkommende ist, ist eine andere Frage.

Neben den vielkernigen Riesenzellen waren es alle Uebergangsstufen zu diesen, ein- und mehrkernige epitheloide Zellen, welche Ziegler zwischen den Glasplatten aus den eingewanderten Zellen züchten konnte. Alle Zellen, von welcher Form immer, erschienen dabei in ein feinfaseriges Reticulum eingebettet.

---

*) Gaule macht darauf aufmerksam, dass Querschnitte von patholog. veränderten Samenkanälchen das Bild der Riesenzelle geben können (Anatom. Untersuchung über Hodentuberkulose, Virchow's Archiv, Bd. 69, 1, S. 64).

*) Experimentelle Untersuchungen über die Herkunft der Tuberkel-Elemente, mit besonderer Berücksichtigung der Histogenese der Riesenzellen von Ernst Ziegler, 1875.

In Form und Aussehen und bis zu einem gewissen Grade selbst in ihrer Gruppirung erinnerten diese Zellformen ganz an diejenigen, welche man so gewöhnlich in Tuberkeln findet.

Bei dieser Aehnlichkeit der Form liegt die Vermuthung nahe, dass es auch analoge Bedingungen sein mögen, unter denen hier wie dort gerade diese Zellformen sich entwickeln.

Und in der That, eine Analysirung der Bedingungen, unter denen die Entwicklung im Experiment stattfindet, ergiebt eine Reihe von Beziehungen zur Entwickelung der gleichen Zellformen, wie man sie bei gewissen pathologischen Zuständen, besonders bei der Tuberkelbildung, findet.

Indem Ziegler vorzugsweise die Entwickelung der Riesenzellen berücksichtigte, fasst er die Bedingungen, unter denen sich diese bei seinen Experimenten entwickeln, dahin zusammen:

„Als erstes Erforderniss wird, wie sich von selbst versteht, eine gewisse Anzahl von farblosen Blutkörperchen verlangt werden müssen, die sich an einem Ort anhäufen. Die Riesenzellen können sich also zunächst überall da entwickeln, wo durch einen Reiz eine Entzündung und dadurch eine Ansammlung farbloser Blutkörperchen veranlasst worden ist, dann aber auch da, wo einfach durch äussere Einflüsse, vielleicht auf künstlichem Wege, ein Weiterwandern der passirenden Zellen verhindert wird."

„Als zweites Erforderniss ist ein gewisser Grad von Lebensfähigkeit wenigstens einzelner Zellen nöthig. Es darf die Zellen-Auswanderung nicht eine so massenhafte sein, dass die Ernährung der ausgewanderten Zellen zur Unmöglichkeit gemacht wird."

„Es darf aber auch ein Anderes nicht eintreten. Es dürfen dieselben nicht in dem Maasse ernährt, resp. zu Blutgefässen in Beziehung gebracht werden, dass sie dadurch ihre bindegewebsbildenden Eigenschaften ungehindert entfalten können."

Im Experiment sind diese Bedingungen erfüllt, wenn sich einmal gute Granulationen um die Glasplatten entwickelt haben, und keine Gefässe von der Nachbarschaft zwischen die Glasplatten eintreten.

Aehnliche Ernährungsbedingungen finden sich auch bei der Tuberkulose. Das Fehlen der Gefässe ist hier immer betont worden. Sei es, dass sich die Tuberkel in Gefässen oder

um Gefässe entwickeln, überall ist die Möglichkeit der Anhäufung farbloser Blutkörperchen gegeben. Die Nähe des Gefässes, resp. die „Umspülung mit Lymphe wird dafür sorgen, dass die angehäuften Zellen nicht der Necrose anheimfallen;" andererseits ist hervorzuheben, dass trotz dieser anscheinend günstigen intra-, resp. perivasculären Lage gleichwohl eine Vascularisation des Tuberkels nicht erfolgt.

Es ist das Letztgesagte das Einzige, was man bezüglich der Verhältnisse, unter denen es zur Entwickelung von Riesenzellen kommt, vermuthungsweise geäussert hat.

Wie Schüppel, Billroth, Cohnheim u. A. schon die Ansicht ausgesprochen haben, dass der Tuberkel aus farblosen Blutkörperchen entsteht, so will auch Ziegler die Tuberkelbildung von einer Anhäufung farbloser Blutkörperchen abhängig machen. Falls nicht das Innere des Gefässes Sitz der Tuberkelbildung ist, so muss eine Auswanderung stattfinden; der Tuberkel ist nichts Anderes, als ein Entzündungsherd, der sich nur durch gewisse anatomische Eigenthümlichkeiten von anderen unterscheidet, es ist eine kleine entzündliche Neubildung, „die sich durch Gefässlosigkeit einerseits, durch Riesenzellen, epitheloide Zellen und Bildung eines Reticulums andererseits auszeichnet." Aber diese Riesenzellen, und was dazu gehört, sind nichts Specifisches, sondern sie sind eben nur „der anatomische Ausdruck der Eigenartigkeit der Entzündung".

In Betreff der Frage, wodurch der eigenartige Verlauf der tuberculösen Entzündung bedingt ist, könnte für das herdweise Auftreten die Vorstellung genügen, dass die Entzündung durch zahlreiche punktförmige Reize hervorgerufen werde —, wobei wir die Reizträger vielleicht in Form kleiner Partikel anzunehmen hätten. In Folge des Reizes tritt an der betreffenden Stelle eine Anhäufung von farblosen Blutkörperchen auf; in dem Häufchen von Rundzellen erfolgt bald die Bildung von Riesenzellen, epitheloiden Zellen u. s. w., und zwar geschieht dies, wie man wohl annehmen muss, unter dem Einfluss einer bestehenden Diathese.

In gleicher Weise sieht auch Rindfleisch in den Tuberkeln der Scrophulösen kleine umschriebene Herde „scrophulöser Entzündung", die durch punktförmige Reize hervorgerufen werden; — nur dass er die Zellen derselben aus den

fixen, stabilen Bindegewebszellen ableitet, insbesondere aus den Endothelzellen der Blut- und Lymphgefässe. Die Eigenschaften der scrophulösen Entzündung kehren am miliaren Tuberkel wieder, es sind das der bleibend infiltrative Charakter, ihre Unveränderlichkeit im progressiven Sinn und die ausschliessliche Neigung zur Verkäsung.

Weitere sehr wichtige Aufschlüsse über die Entstehung der Riesenzellen geben die schon oben erwähnten experimentellen Untersuchungen von Giovanni Weiss. Nachdem schon früher Rustizky (Virchow's Archiv, Bd. 59, S. 191) Riesenzellen durch Einführung von Glas-, Muskel- und Knochenstückchen in den Lymphsack des Frosches erzeugt hatte, erhielt Weiss gleichfalls Riesenzellen, nachdem er Haare und baumwollene Fäden in das Unterhautzellgewebe von Hunden und Tauben gebracht hatte. Nach den bei diesen Experimenten erhaltenen Resultaten kommt er zu den Schlüssen:

1) Die Riesenzellen bilden sich durch Zusammenfliessen mehrerer kleinerer Zellen, und

2) die Zellen, welche in solcher Weise die Riesenzellen bilden, sind Granulationszellen.*)

An manchen Präparaten sah man um die Fäden Anhäufungen von kleinen oder von epitheloiden Zellen. Die Grenzen der Zellen gegen einander waren zum Theil noch sichtbar, auch dann noch, wenn sie einen gemeinsamen äusseren Contour besassen.

Im Innern mancher Riesenzellen konnte man ferner Fäden sehen, ein Befund, der leicht verständlich ist bei der Annahme, dass dieselben durch das Zusammenfliessen mehrerer Zellen entstehen.

Giovanni Weiss hebt besonders hervor, dass bei seinen

---

*) Die farblosen Blutkörper und die Eiterzellen auf der einen Seite, die Lymphzellen, die Granulationszellen und die Knochenmarkzellen auf der anderen Seite, sind nach Virchow zwei ganz verschiedene Zellgruppen, welche man mit Leichtigkeit unterscheiden kann. Fügt man nämlich den farblosen Blutkörpern oder Eiterzellen eine sehr verdünnte Essigsäurelösung zu, so zeigen die genannten Elemente stets 3—4 leicht wahrnehmbare Kerne; eine Zelle der anderen Gruppe, die ebenso behandelt ist, zeigt einen ziemlich grossen, fast immer mit Kernkörperchen versehenen Kern (l. c., S. 71).

Versuchen die Ernährungsbedingungen, die Ziegler bei seinen Riesenzellenzüchtungen als nöthig zu ihrer Entwicklung annimmt, das ist beschränkte Ernährung und Mangel an Blutgefässen, nicht vorlagen, auch bei sehr reichlicher Gefäss-Entwicklung fand er Riesenzellen-Entwicklung.

Ausgehend von der Lymphdrüsentuberkulose kamen wir auf die anatomische Beschaffenheit des Tuberkels im Allgemeinen zu sprechen, und hierbei speciell auf die Bedeutung der Riesenzellen. Wir kehren noch einmal mit wenigen Worten zur Lymphdrüsentuberkulose zurück, in Betreff derer wir noch eine kurze Bemerkung hinzuzufügen haben.

Nicht ohne Interesse für die Allgemeinfrage ist es nämlich, dass, was die Stelle betrifft, wo in den Lymphdrüsen die Tuberkelknötchen auftreten, es nicht, wie man von vornherein geneigt sein möchte, anzunehmen, die lymphgefässhaltigen Theile der Drüse sind, sondern gerade die lymphgefässlosen, nämlich die blutgefässhaltigen Follikel, wo man die Tuberkel findet.*)

Nach den früheren Bemerkungen über die Verbreitung der Tuberkel auf dem Wege der Lymphgefässe, nach denen man in der Umgebung eines „Tuberkel hervorrufenden Herdes" an, resp. in den Lymphgefässen gelegentlich perlschnurartig an einander gereihte Tuberkelknötchen sieht, liegt es nahe, anzunehmen, dass diesem Verhalten analog die Tuberkel in den lymphgefässhaltigen Theilen der Lymphdrüsen zu suchen sind, dass man in der Lymphdrüsentuberkulose nur eine weitere Etappe der Tuberkelverbreitung zu sehen habe, welcher Auffassung Rindfleisch Ausdruck verliehen hat, wenn er von ihr als „secundärer Tuberkulose" spricht.

Dieselben Bedenken, wie oben bei dem, was Rindfleisch alles „primäre Tuberkulose" nannte, bestehen auch hier bei der Bezeichnung der Lymphdrüsentuberkulose als „secundäre Tuberkulose".

Die Drüsentuberculose ist stets eine secundäre Affection, als Tuberkulose kann sie dabei sowohl eine primäre, wie auch eine secundäre sein. Ersteres ist sie in weitaus den meisten

*) Schüppel, l. c., S. 78.

Fällen, indem sie in einem bis dahin völlig tuberkelfreien Organismus auftritt.*)

Die tuberkulöse Drüse theilt das Schicksal aller tuberkulösen Neubildungen, sie verkäst. In der aufgestapelten, aus dem Zerfall der tuberkulösen Neubildung hervorge-

*) Zur Erklärung der Entstehung der primären Tuberkulose der Lymphdrüsen müssen wir das Zusammentreffen zweier Momente berücksichtigen. „Die entferntere Ursache oder das disponirende Moment liegt in der bestehenden tuberkulösen Diathese, die Gelegenheits-Ursache in einer Entzündung der Gewebe, aus welchen die Drüse ihre Lymphe bezieht." Bei Vernachlässigung des ersten Moments würde es schwierig sein, „die Drüsentuberkulose mit der Entzündung überhaupt in Verbindung zu bringen, weil die Lymphe zunächst auf die Lymphbahnen der Drüse und die sie begrenzenden Gewebs-Elemente irritirend einwirken muss, diese aber tuberkelfrei bleiben. Wenn die Tuberkel nicht hier, sondern in den blutgefässhaltigen Follikeln vorkommen, so scheint die tuberkulöse Diathese nicht an den Gewebs-Elementen zu haften, welche zunächst mit der Lymphe in Berührung kommen. Der Annahme, dass die durch die Entzündung im Wurzelgebiet veränderte Lymphe von den Lymphbahnen der Drüse aus noch auf das Gewebe und die Blutgefässe der Follikel reizend einwirken kann," steht dabei durchaus nichts entgegen. (Schüppel, l. c.)

Die ganze Betrachtung Schüppel's geht von der Annahme aus, dass die jetzt geläufigen Vorstellungen über die Vertheilung und Anordnung der Lymphbahnen in der Lymphdrüse die richtigen sind. Ob dies der Fall ist, sei dahingestellt. Einer demnächst zur Veröffentlichung kommenden Arbeit über Versuche mit Kohlenstaub-Inhalationen, die Herr Dr. Ruppert in dem hiesigen patholog.-anatom. Institut des Herrn Prof. Arnold anstellte, möchte ich an dieser Stelle Erwähnung thun, insofern die Resultate, zu denen derselbe gekommen ist, eine Beziehung zu den Schüppel'schen Untersuchungen bieten, indem Ruppert nachweisen konnte, dass die inhalirten Kohlenpartikel in die Lymphbahnen der Lunge aufgenommen werden und schon nach verhältnissmässig kurzer Zeit in den Lymphdrüsen zu finden sind, und zwar gerade an den Stellen, an welchen Schüppel seine Drüsentuberkel fand. Dieser Befund macht es wahrscheinlich, dass diese Stelle eine ganz besondere Wichtigkeit für den Austausch zwischen Lymphe und Blut besitzt. Im einen Fall werden hier die Staubpartikel abfiltrirt und im anderen (bei der Lymphdrüsentuberkulose) bleiben hier möglicher Weise corpusculäre Reizträger haften.

gangenen Käsemasse liegt von nun an die Gefahr, dass der Käseherd zum Infectionsherd einer ausgebreiteten Tuberkulose wird. Die Befürchtung einer solchen Möglichkeit findet in dem Rath Hüter's und auch Virchow's (Geschwülste, Bd. II.. S. 727) Ausdruck, jede irgend zugängliche tuberkulöse Lymphdrüse möglichst frühzeitig zu entfernen.

Wir können diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne noch kurz darauf hinzuweisen, dass die Schüppel'schen Angaben neuerdings eine Einschränkung erfahren haben. Schüppel stellt nämlich die Richtigkeit der Behauptung Virchow's in Abrede, dass die Riesenzellen sowohl in normalen wie in pathologischen, aber tuberkelfreien Lymphdrüsen vorkommen können, und hält die Meinung aufrecht, dass dieselben nur in tuberkulösen Lymphdrüsen erscheinen; ferner leugnet Schüppel eine scrophulöse Affection der Drüsen im Sinne von Virchow, er konnte „in allen Fällen von sogenannter Drüsenscrophulose in der Nähe der verkästen Masse Tuberkel finden, und selbst in den bereits verkästen Theilen gewöhnlich noch Spuren der Tuberkelbildung, namentlich Riesenzellen nachweisen.

Durch die schon mehrerwähnten Untersuchungen von Giovanni Weiss (aus dem patholog. Institut in Berlin) ist nun einmal nachgewiesen, 1) dass eine nicht tuberkulöse, sondern hyperplastische Verkäsung (Scrophulose) der Lymphdrüsen vorkommt, und 2) dass Riesenzellen in tuberkelfreien Lymphdrüsen gefunden werden (l. c., S. 65). Auf den letzten Punkt wird weiter unten bei Besprechung des dritten Falls noch einmal zurückgekommen werden.

Nachdem Schüppel den Nachweis erbracht hatte, dass der sogenannte Drüsenscrophel eine ächt tuberkulöse Affection ist, wurden dann, nachdem auch schon Köster bei der fungösen Gelenk-Entzündung Gebilde nachgewiesen hatte, die ihrem histologischen Charakter nach für Tuberkel erklärt werden mussten, von den verschiedensten Seiten, auch an anderen Stellen des Körpers, insbesondere bei scrophulösen Erkrankungen der Haut und der Knochen, in scrophulösen Haut-Abscessen u. s. w. die Eruption von Tuberkelknötchen beobachtet.

In einem Theil der Fälle der Art bleiben diese scrophulös-tuberkulösen Erkrankungen ohne weitere Folge, wenigstens ohne eine allgemeine Tuberculose hervorzurufen; man spricht

daher hier von localer Tuberkulose; in anderen Fällen schliesst sich die Entwicklung einer Tuberkulose anderer, vielleicht sehr vieler Organe an.

Bei den engen Beziehungen, die man zwischen Tuberkulose und Scrophulose als bestehend immer angenommen hatte, war der Nachweis von Tuberkel bei scrophulösen Erkrankungen noch nicht so überraschend, als der Umstand, dass man später auch sonst noch bei verschiedenen anderen Affectionen Tuberkel fand, wie dies von Köster,*) Friedländer**) u. A. geschehen.

Wenn wir um einen scrophulös-entzündlichen Herd eine Tuberkel-Eruption sehen, so denken wir dabei gleich an den Einfluss der scrophulösen Diathese, wobei wir mit diesem Begriff ganz bestimmte Vorstellungen verbinden über eine Reihe von, die Eigenartigkeit der scrophulösen Entzündung bedingenden, Momenten (siehe oben). Wenn wir aber bei einem sonst völlig gesunden Menschen, der etwa an Lupus leidet, in den lupösen Theilen Tuberkel finden, die, was Aussehen und Anordnung der sie constituirenden Elemente betrifft, genau mit unzweifelhaft ächten Tuberkeln übereinstimmen sollen, so kann von dem Einfluss einer Allgemeindisposition keine Rede sein. Locale Bedingungen sind es, so muss man hier annehmen, unter denen sich die Gebilde entwickeln, die wir nach ihrem histologischen Verhalten für Tuberkel anzusprechen berechtigt sind.

Ihre charakteristische Form erhält die Neubildung durch die Bedingungen und die Verhältnisse, unter denen sie sich entwickelt. Aus der Gleichheit der Form wird man daher mit mehr weniger grossem Recht auf die Gleichheit der Bildungsbedingungen schliessen dürfen.

Es wird die Aufgabe sein, in Fällen solcher „localer Tuberkulose" die Bedingungen festzustellen, welche für das Auftreten der Neubildung in der charakteristischen Form verantwortlich zu machen sind. Es dürfte von solchen Untersuchungen noch die Klarlegung manches für die Auffassung

---

*) Medizin. Wochenschrift, 1876, No. 37.
Centralbl. f. d. mediz. Wissenschaften, Jahrg. 1873.
**) Volkmann'sche Vorträge, No. 64.

der Tuberkelbildung wichtigen Gesichtspunkts zu erwarten sein.*) Dass dieselben Bedingungen ebensowohl durch locale Verhältnisse, als durch solche, die im Gesammt-Organismus liegen, gesetzt werden können, hat an sich durchaus nichts Auffallendes.

Gerade diese als locale Tuberkulose beschriebenen Affectionen haben zeitweilig nicht wenig dazu beigetragen, die Verwirrung in der viel discutirten Tuberkulosenfrage zu vergrössern, indem man mit der Bezeichnung Tuberkel bald mehr einen klinischen Begriff verband, bald mehr einen histologischen.

Indem man sich bemühte, diese Begriffe aus einander zu halten, schlug man von der einen Seite**) vor, „den Begriff Tuberculose" ganz fallen zu lassen, und einerseits von scrophulösen Entzündungen mit oder ohne Tuberkel-Entwicklung zu sprechen, andererseits aber auch sich nicht zu scheuen, auch anderen Entzündungen, die nicht unter einer scrophulösen Diathese stehen, die Fähigkeit zuzuerkennen, Tuberkel zu erzeugen; — von der anderen Seite,***) den histologischen Tuberkel, wo immer er sich findet, ganz allgemein Granuloma giganto-angioblasticum zu nennen.

Wie jetzt die Sache steht, so dürfte man sich wohl im einzelnen Fall an der Hand der folgenden Eintheilung zurechtfinden.

Man hat zwei Formen von Tuberkulose zu unterscheiden, eine primäre und eine secundäre.

Die primäre ist ihrerseits keine primäre Affection. Wir haben ihre Ursache stets in vorausgehenden irritativen Processen zu suchen. Sie ist etwas Besonderes, zu der Entzündung Hinzugetretenes. Die Entzündung liefert Zerfallsproducte, welche im Sinne der Infectionstheorie zu Reizträgern für die Tuberkel-Entwickelung werden. Da aber bei jeder Entzündung Zerfallsproducte entstehen, die durch die Lymphwege resorbirt werden müssen, so müssen, wenn dieser Umstand

---

*) Ziegler (Untersuchungen über patholog. Bindegewebs- und Gefässneubildung) beschreibt S. 91 u. ff. ein besonderes Verhalten der Gefässe und Gefäss-Anlagen in fungösen Granulationen.

**) Ziegler, Untersuchungen über pathologische Bindegewebsneubildung u. s. w., S. 96.

***) Brodowsky, Virchow's Archiv, Bd. 63, S. 113.

allein genügte, bei jeder Entzündung Tuberkel auftreten. Da diess nun nicht der Fall, so muss angenommen werden, dass noch etwas Besonderes hinzukommen muss.

Es könnte diess vielleicht in der Eigenartigkeit der Zerfallsproducte zu suchen sein. Wie der ganze Verlauf der scrophulös-entzündlichen Vorgänge, und um solche handelt es sich ja in der Mehrzahl der Fälle von Tuberkulose, ein besonderer ist, so könnten auch die durch die Entzündung gelieferten Producte eigenthümlich geartete sein, ganz besonders geeignet, als Reizträger zu fungiren. Aber auch damit kommt man nicht aus; man sieht ja so viele scrophulös-entzündliche Vorgänge ohne Hinzutreten von Tuberkulose verlaufen. Das weitere Moment, das Etwas, das hinzutreten muss, müssen wir in einem eigenthümlichen Verhalten der Gewebe suchen, die von dem Reiz getroffen werden, und hier kann zweierlei der Fall sein: entweder handelt es sich um eine eigenthümliche Gewebsbeschaffenheit, die den ganzen Körper betrifft, um eine „gesteigerte Vulnerabilität" der Gewebstheile überhaupt, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass das eine oder das andere Organ des Körpers in höherem oder geringerem Grade vulnerabel ist, oder es sind in dem Gewebe, in dem die Tuberkel-Entwickelung stattfindet, durch die primäre Entzündung selbst die Bedingungen geschaffen worden, in Folge deren unter einem gesetzten Reiz das Gewebe in der bestimmten Weise antwortet.

Ein Reiz auf der einen Seite, eine die Tuberkel-Entwicklung disponirende Beschaffenheit der Gewebstheile auf der anderen Seite; diese beiden Momente müssen zusammenkommen, wenn es zur Entwicklung von Tuberkeln kommen soll.

In dem einen wie in dem anderen Fall setzt die Entzündung einen den Tuberkel hervorrufenden Reiz, im letzteren präparirt sie ausserdem den Boden, auf dem es zur Entwicklung kommen soll. Indem diese letztere Einwirkung stets eine nur auf die nächste Umgebung beschränkte sein kann, werden wir demgemäss die nächste Folge der Reizwirkung stets auch nur auf die nächste Umgebung beschränkt finden, während bei der anderen Form, wo die Disposition der Gewebstheile im Gesammt-Organismus liegt, der Reiz auch noch auf weitere Entfernung hin einwirken kann (Lymphdrüsentuberkulose).

Die Bezeichnung „primäre Tuberkulose" hat den Sinn, dass die Tuberkelbildung in einem Körper gefunden wird, der

vorher an keiner Stelle tuberkulös erkrankt war, resp. dass die tuberkulöse Erkrankung einer Stelle nicht in Abhängigkeit gebracht werden kann von einer tuberkulösen Affection an einer anderen Stelle.

Bei der zweiten Form, bei der secundären Tuberkulose, kommen dann in erster Linie die Fälle in Betracht, die man bezeichnend metastatische Tuberkulose genannt hat, die über bald mehr, bald weniger zahlreiche, zum Theil weit von einander und auch weit vom Infectionsherd gelegene Organe verbreitet ist. Als muthmaasslichen Infectionsherd gelingt es in diesen Fällen fast ausnahmslos irgend wo im Körper einen käsigen Herd aufzufinden, sehr häufig eine verkäste Lymphdrüse. Da man nun durch Schüppel weiss, dass der sogenannte Lymphdrüsenscrophel fast stets tuberkulöser Natur ist, dass die käsige Masse in den Lymphdrüsen also fast stets Tuberkelkäse ist, d. h. hervorgegangen aus dem Zerfall von ächten Tuberkeln, so ist damit auch die Bezeichnung „secundär tuberkulös" in diesen Fällen gerechtfertigt.

Die Art der Verbreitung über weit von einander liegende Organe lässt sich nicht leicht als auf dem Wege der Lymphgefässe geschehend verstehen. Viel näher liegt es hier, in dem Blut das Transportmittel zu sehen, das den Infectionsstoff, vielleicht in Gestalt kleiner corpusculärer Elemente, den verschiedenen Organen zuführt.

Eine Zwischenform zwischen beiden würden dann die Fälle bilden, in denen wir in der Umgebung einer tuberkulös erkrankten Stelle die Eruption neuer Tuberkelknötchen beobachten.

Mit einer secundären Tuberkelbildung hat man es hier insofern zu thun, als ein anderer Theil schon vorher tuberkulös erkrankt war, von dessen Erkrankung das Auftreten der neuen Tuberkel in Abhängigkeit zu bringen ist; im übrigen Verhalten, insbesondere in Bezug auf die Art und die Wege der allmälig hinausrückenden Verbreitung durch die Lymphbahnen, schliessen sich diese Fälle dagegen viel mehr an die erstere Form an.

Von den sogenannten solitären Tuberkelknoten war bis dahin noch nicht die Rede. Wir werden auf sie weiter unten zu sprechen kommen.

Nach dem eben Gesagten hätte man auch am Auge eine primäre Tuberkulose und eine secundäre Tuber-

kulose zu unterscheiden. Beide Formen müssen als ihrer Entstehung nach verschieden streng auseinander gehalten werden und auch verschieden bezeichnet werden. Zweckmässig ist es im einen Fall, wenn es sich um Tuberkel als Theil-Erscheinung einer disseminirten Tuberkulose handelt, von Tuberculosis chorioideae, Tuberculosis retinae u. s. w. zu sprechen, im anderen Fall von Chorioiditis tuberculosa, Iridocyclitis tuberculosa, Retinitis tuberculosa u. s. w., um damit Nachdruck auf die Entzündung der betreffenden Theile zu legen, auf deren Boden, beziehungsweise in deren Abhängigkeit es zur Tuberkel-Entwicklung gekommen ist.

Zum Schluss dürfen wir nicht vergessen, der schönen Experimental - Untersuchungen zu gedenken, über welche Cohnheim in den letzten Tagen eine kurze Mittheilung gemacht hat (Schles. Gesellschaft für vaterländ. Cultur, Sitzung der mediz. Section am 13. Juli 1877). Cohnheim hatte (in Gemeinschaft mit Dr. Salmonsen) käsige Massen in die vordere Augenkammer von Kaninchen und Meerschweinchen gebracht. Das Impfmaterial wurde zum Theil resorbirt. Anfänglich aufgetretene Reiz-Erscheinungen an der Iris und Hornhaut wichen sehr bald unter Atropin-Einträufelungen, die Augen wurden in wenigen Tagen wieder vollkommen klar und blieben es so mehrere Wochen hindurch. Die eingebrachten Stücke wurden inzwischen immer kleiner. Plötzlich erschienen eines Tages im Gewebe der Iris Knötchen, die Anfangs hellgrau erschienen, im Laufe der nächsten Tage an Grösse zunahmen, dabei im Centrum weiss wurden. Die mikroskopische Untersuchung der Knötchen soll denselben Befund ergeben haben, wie ihn Miliartuberkel jungen Datums beim Menschen darzubieten pflegen.

Kehren wir nach dieser allgemeinen Besprechung zu unserem eigentlichen Thema, dem Vorkommen von Tuberkel am Auge zurück. In den Werken der älteren Ophthalmologen begegnet man zum Oefteren der Bezeichnung „Tuberkel". Es sind unter diesem Namen ganz andere Dinge gemeint, als man jetzt damit

bezeichnet. Syphilitische und krebsige Neubildungen, bindegewebige und „scrophulöse"*) Knoten werden auf das rein äusserliche Merkmal der Knötchenform unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung „Tuberkel" zusammengefasst.

Die meisten weiteren Mittheilungen datiren aus der Zeit, in der die Lehre vom „cruden" Tuberkel herrschte. Man sah in der käsigen Masse die unmittelbare Anhäufung und Ablagerung einer im Blute präexistirenden Substanz; später ging man von einer nahezu damit übereinstimmenden Annahme aus, man betrachtete dieselbe als das Product einer Exsudation. Auf alle Zustände, bei denen man käsige Massen fand, wandte man die Bezeichnung Tuberkel an. Erst durch Virchow ist bekanntlich gezeigt worden, dass die käsige Masse nichts Primäres, nichts „Crudes" ist, sondern den necrobiotischen Ausgang eines hyperplastischen Wucherungsprocesses darstellt, und dass die Käsemasse nicht nur durch Zerfall „miliarer Tuberkel", sondern auch aus anderen zellenreichen Neubildungen entsteht.

Die aus dieser Zeit rührenden Mittheilungen beziehen sich auf eigenthümliche krankhafte Zustände des inneren Auges, die man gelegentlich bei Individuen mit scrophulösem oder tuberkulösem Habitus beobachtete. Man bezeichnete sie mit dem Namen „Chorioiditis tuberculosa" oder „Chorioiditis scrophulosa."

---

*) So spricht Himly (Die Krankheiten und Missbildungen des menschlichen Auges von durch chronische, namentlich syphilitische Entzündung der Iris hervorgebrachten Tuberkel (Bd. II, Seite 110), sowie von Tuberkel im Sehnerven und in dessen Neurilem, von Tuberkel der Retina, die, ähnlich den Lungentuberkeln, aus einer gelblichen, bröckligen oder zähen Masse bestehen (wobei er Sauvages citirt, der einen „scrophulösen" Tuberkel [in der Netzhaut?] beobachtete).

Nach der Darstellung von Manz*) war es zuerst v. Ammon, welcher aus der grossen Zahl von Augenkrankheiten, die Beer unter dem Namen des „amaurotischen Katzen-Auges" zusammenfasste (worunter sich als häufigste Formen das Glaucom und der Fungus haematodes befanden), einen Krankheitsprocess ausschied, welcher durch seine mit dem Fungus medullaris übereinstimmenden Symptome, und einen von diesem ganz verschiedenen Verlauf charakterisirt war, und von ihm für einen durch Tuberkulisirung abortirenden Markschwamm gehalten wurde. Spätere Beobachter, wie Praël, Travers und Lawrence (Handbuch v. Arlt, Rüte, Chelius) veröffentlichten nun weitere Fälle der Art, deren Beschreibung mit der v. Ammon'schen ziemlich übereinstimmt. Seine Erklärung bezüglich des Wesens des Processes nahmen sie um deswillen nicht an, weil man das Vorkommen eines tuberkulisirenden Medullarcarcinoms überhaupt nicht kannte, und weil das Ausbleiben von Recidiven gegen die Natur eines Carcinoms sprach. Dagegen kommen die Beobachtungen fast alle darin überein, dass diese eigenthümliche Augenkrankheit vorzugsweise bei jugendlichen Individuen von scrophulösem oder von phthisischem Habitus gefunden werde.

„Da die Untersuchung einiger exstirpirter Augen das im Innern derselben gefundene Krankheitsproduct

*) Tuberkulose der Chorioidea, Arch. f. Ophth., Bd. IV, 2. S. 120.

Chelius (Bd. II, S. 502) erwähnt Bildungen in der Chorioidea, die bei Scrophulösen vorkommen und mit Markschwamm verwechselt werden könnten. V. Ammon (Hecker's lit. Annalen, Bd. XV), Weller (Krankheiten des menschl. Auges, S. 114), und Schön (Chelius cit.) beschrieben derartige Fälle. — Arlt (Handbuch, Bd. II, S. 212) stellt eine Anzahl von Fällen von Chorioidea tuberculos. zusammen. — Leider fehlt bei denselben jede genaue anatom. Untersuchung.

als dem Tuberkel ähnlich erwies, so behielt man die Annahme einer Tuberkelbildung bei, ohne aber als Boden derselben eine Medullargeschwulst zu substituiren; man bezeichnete die Krankheit einfach als Tuberculosis chorioideae oder auf gleichzeitige Reiz-Erscheinungen besonderes Gewicht legend als Chorioiditis tuberculosa seu scrophulosa."

Alle diese aus der vorophthalmoskopischen Zeit datirenden Beobachtungen gaben nur wenig Aufschluss über die in Rede stehende Affection.

Die ersten Mittheilungen über Chorioidealtuberkel, die mit dem Augenspiegel gesehen wurden, rühren von Ed. v. Jäger her. In der Plenarversammlung des Wiener Doctoren-Collegiums theilte derselbe am 10. Jan. 1855 mit, dass er in drei Fällen, bei denen er zu Lebzeiten bei der Augenspiegel-Untersuchung Chorioidealtuberkel gesehen habe, dieselben post mortem mikroskopisch habe untersuchen können. Auch in anderen von ihm mikroskopisch untersuchten Augen (die aber zu Lebzeiten nicht mit dem Augenspiegel untersucht waren) habe er viermal Chorioidealtuberkel gefunden.

Nach der Beschreibung des Augenspiegelbildes und des Befundes der mikroskopischen Untersuchung unterliegt es keinem Zweifel, dass es wirklich Chorioidealtuberkel gewesen sind, die v. Jäger gesehen und beschrieben hat.

In Betreff des Augenspiegelbildes wird gesagt: dass sie als „weissgelbe bis stark citronengelbe, rundliche, ovale oder unregelmässig geformte Massen von der Grösse einer Linse (im aufrechten Bild) und darüber erscheinen. Bei den sehr kleinen, erst sich entwickelnden war die rundliche vorherrschend, wobei sich wiederholt keine scharfe Abgrenzung gegen die Umgebung zeigte, indem das oberflächliche Chorioidealpigment den Rand des Chorioidealtuberkels noch theilweise

deckte, in seiner Mitte jedoch schon vollständig verschwunden war."

Die Zahl war eine wechselnde. Vereinzelte Tuberkel schienen sich ohne Entzündungs-Erscheinungen entwickeln zu können. Die Function des Auges schien nicht sehr wesentlich beeinträchtigt zu werden. An den äusserlich sichtbaren Theilen der leidenden Augen waren keine, resp. nur sehr geringe Veränderungen zu sehen.

In Betreff des anatomischen Verhaltens der Chorioidealtuberkelknötchen wird ferner gesagt, dass sie „als weissgelbe oder graugelbliche, rundliche oder leicht unregelmässige, opake Knötchen von festweicher Consistenz und von der Grösse eines Mohn- und Hirsekorns (?) erschienen, welche, in das Gewebe der Chorioidea eingebettet, dasselbe meistens vollkommen der Dicke nach durchsetzten, wiederholt auch gegen die innere und äussere Oberfläche der Chorioidea sich mehr entwickelt hatten und sich hierbei wenig merkbar über das Niveau derselben erhoben." Die mikroskopische Untersuchung wies eine „feinkörnige Grundmasse in den Knötchen" nach „mit Häufchen von Kernen, wenig Zellen, theilweise in fettiger Degeneration begriffene sowie geschrumpfte Elemente".

Ob die Chorioidealtuberkel primär vorkommen, lässt v. Jäger dahingestellt. Bei mehreren seiner Beobachtungen constatirte die Section eine Tuberculosis pulmon.

Diese erste Mittheilung von Ed. v. Jäger*) scheint

---

*) E. v. Jäger giebt später in seinem ophthalmosk. Hand-Atlas (S. 214, Taf. 28, Fig. 121) eine Abbildung und eine ausführliche Beschreibung von Chorioidealtuberkeln. Es unterscheidet sich der hier mitgetheilte Fall sehr wesentlich von den von anderer Seite mitgetheilten Fällen, wie diess aus der Krankengeschichte hervorgeht.

Seit einem Jahre bemerkte der stets kränkliche, 23 Jahre alte Patient ein fortschreitendes Abnehmen des Sehvermögens am rechten Auge ohne bekannte Veranlassung und ohne äusserlich sichtbare krankhafte Erscheinungen. Die Gegenstände schienen Anfangs wie leicht verschleiert, dann wurde der Schleier immer dichter, und seit einem Monat ist das eine Auge ganz erblindet, nachdem schon vorher ganze Partien des Sehfeldes ausfielen. Das betreffende Individuum litt an Lungenschwindsucht.

Die Augen sind myopisch. Bei ihrer Untersuchung werden die

wenig bekannt geworden zu sein, ebenso wie die rein anatomischen Beschreibungen von Aderhauttuberkel, die als gelegentlicher Befund bei Sectionen von an Tuberkulose Verstorbenen von Autenrieth*), Ger-

Medien rein gefunden. Im rechten Auge, das nur noch quantitative Licht-Empfindung besitzt, sieht man „in dem gleichmässig gefärbten Augengrund an der Stelle und im Umkreis der Macula lutea hinter der Netzhautgefäss-Ebene eine grössere Zahl heller gelblicher Flecke von überwiegend rundlicher Form. Die grösseren derselben sind grell erleuchtet, lichtgelb gefärbt, sehr scharf durch das Gelbroth des normalen Augengrundes und ohne irgend eine Pigmentcontour oder -Anhäufung abgegrenzt." Sie prominiren dabei leicht. „Die kleineren dieser Flecke haben eine mehr gelbröthliche Farbe, sind nicht so scharf begrenzt, weniger lichtstark erhellt, oberflächlich zart röthlich gekörnt." Im anderen Auge wurden mehr peripher ähnliche Flecke gesehen.

Wenn auch der beschriebene Spiegelbefund ganz dem Bild entspricht, wie es nach von anderer Seite späterhin gemachten Beobachtungen als für die Miliartuberkel der Chorioidea charakteristisch angegeben wird, so muss doch darauf aufmerksam gemacht werden, dass der von Jäger mitgetheilte Fall sich von den sonst mitgetheilen Fällen in mehrfacher Beziehung unterscheidet. Einmal handelt es sich bei ihm nicht um eine disseminirte acute Tuberkulose, sondern um eine chronische Lungentuberkulose, und dann wird angegeben, das eine der erkrankten Augen sei nahezu vollständig erblindet gewesen, während in den von anderer Seite späterhin mitgetheilt werdenden Fällen es sich um Chorioidealtuberkel als Theil-Erscheinung einer ausgebreiteten Miliartuberkulose handelte und einer Beeinträchtigung des Sehens nicht Erwähnung geschieht. — Derselbe Fall wird von Jäger in seinen „Beiträgen zur Pathologie des Auges" in Bild und Beschreibung mitgetheilt (II. Aufl., Taf. 67). Da nicht erwähnt wird, dass das Auge post mortem anatomisch untersucht worden ist, so bleibt es fraglich, ob es sich in diesem Fall wirklich um Chorioidealtuberkel gehandelt hat.

*) In Autenrieth's „Versuchen für die pract. Heilkunde aus d. klinischen Anstalten von Tübingen" 1808 (Bd. I, Heft 2, S. 309) findet sich folgende Stelle: Ich bewahre in der Sammlung unseres anatomischen Theaters eine Chorioidea eines Auges auf, welche mit einzelnen weissen Pusteln, von der Grösse eines gewöhnlichen Stecknadelknopfes, denen ähnlich innen besetzt ist, welche die Sectionen von an der Raudenschwindsucht verstorbenen Personen

lach*) und Gueneau de Mussy**) mitgetheilt wurden.

Im gleichen Jahre (1855), in welchem v. Jäger seine ophthalmoskop. Beobachtungen über Chorioidealtuberkel mittheilte, beschreibt v. Graefe (Archiv für Ophthalm., Bd. II, S. 210) unter dem Namen Chorioiditis tuberculosa eine bei einem Schweins-Auge gelegentlich gemachte Beobachtung. Eine käsig bröcklige Masse, welche von der Chorioidea ausging, füllte einen grossen Theil des Auges aus.

Manz***) gebührt das Verdienst, nach den vereinzelten

---

theils auf den Ueberzügen des Peritoneum zeigten; dieses Auge fand sich in dem Leichnam eines ungefähr 40jährigen Mannes, der lange im Zuchthaus gesessen war, und, wie die eingesperrten Thiere in unserem Klima, gestorben war an überall im Körper verbreiteten, gleichsam scrophulösen, in der Mitte in Eiterung übergegangenen Knoten."

Histor. Notiz von H. Schmidt in Marburg im Jahrgang 1874 pag. 43, v. Zehender's klin. Monatsbl.

*) Im anatom. Bericht über die 29. Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte in Wiesbaden im September 1852 findet sich folgende Stelle (S. 229): „Prof. Gerlach aus Erlangen zeigte ein Präparat von Miliartuberkulose der Chorioidea vor, die seines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden ist. Der Fall betraf ein einjähriges Kind, bei welchem die Chorioidea beider Augen, die rechte jedoch in höherem Grade als die linke, in ihrer hinteren Hälfte von Tuberkulose ergriffen war."

Histor. Notiz von Prof. Michel in Zehender's klin. Monatsblättern 1873, S. 363.

**) v. Wecker (Graefe-Saemisch, Bd. IV., 2. Hälfte, S. 642) erwähnt, dass auch Guenau de Mussy schon 1837 bei einem in der Salpetrière an generalisirter Tuberkulose verstorbenen jungen Mädchen die Eruption kleiner Knötchen an der Chorioidea beobachtet hatte, welche kleine Vorsprünge nach der Retina bildeten. Eine genauere anatomische Untersuchung wurde nicht vorgenommen, und bleibt es somit unsicher, ob es sich wirklich um Chorioidealtuberkel gehandelt hatte.

***) Ich nehme hier Gelegenheit, eine Angabe Rühle's zu berichtigen, welcher im v. Ziemssen'schen Handbuch (Seite 138) anführt, dass die Chorioidealtuberkel zuerst von Manz an Kranken und von Cohnheim an Leichen nachgewiesen wurden. Die gleiche unrichtige Angabe findet sich in d. Handb. d. Allgem. Pathologie von Uhle und Wagner, S. 487).

und wenig beachteten Mittheilungen über Chorioidealtuberkel, nicht nur von Neuem die Aufmerksamkeit auf diese Affection gelenkt zu haben, sondern auch den ersten Beitrag einer gründlichen histologischen Untersuchung geliefert zu haben. (Arch. f. Ophth. Bd. IV, 2, S. 120).

Den ersten Fall von Aderhauttuberkulose als Theil-Erscheinung einer ausgebreiteten Miliartuberkulose machte Manz im Jahre 1858 bekannt.

Derselbe betrifft eine 15jährige Patientin, welche mit dem ausgeprägten Bild der Chlorose ins Krankenhaus aufgenommen wurde. Unter der entsprechenden Behandlung stellte sich nach 3 Wochen ein Bronchialkatarrh ein, der Anfangs trocken, später mit starkem Auswurf verbunden war. Bei bis auf geringe katarrhalische Erscheinungen negativem Befund der physikalischen Untersuchung der Brust-Organe trat leichtes Fieber mit sehr rasch zunehmender Schwäche ein, die sich zu hochgradigem Collaps steigerte, in dem Patientin 5 Wochen nach der Aufnahme ins Spital starb.

Nachdem Anfangs die Diagnose zwischen Typhus und acuter Miliartuberkulose schwankte, entschied sie sich zuletzt für letztere. Ueber Sehstörung wurde nicht geklagt.

Die Section ergab eine über fast alle Organe verbreitete Miliartuberkulose. — Die Untersuchung der Augen ergab links in dem hinteren Abschnitt der Chorioidea 3 kleine helle Knötchen, rechts ein kleines solches in der Nähe der Corona ciliaris.

„Die mikroskopische Untersuchung der Knötchen weist als deren Hauptbestandtheil nach: Zellen von verschiedener Gestalt und Grösse mit einem oder mehreren Kernen, freie Kerne und amorphe Masse, welche sehr zähe zusammenhängt. Letztere Bestandtheile finden sich vorzugsweise in den centralen Partien der Knötchen, während in den Randpartien die Zellen überwiegen. Von Faser- oder Bindegewebsneubildung lässt sich nichts auffinden." Die Chorioidea ist sonst — ausser den Knötchen — nirgends verändert.

Eine zur Vergleichung ausgeführte Untersuchung der Knötchen der Lunge ergiebt, dass hier in diesen ganz die-

selben Elemente in derselben Zusammensetzung und Entwicklung zu sehen sind."

„Es handelt sich nach diesem Befund nicht um eine Chorioiditis tuberculosa, d. h. um die unter dem Einfluss constitutioneller Verhältnisse erfolgende Tuberkulisirung eines durch eine innere Augenentzündung gesetzten Exsudats, eines Extravasats oder irgend einer plastischen Neubildung, sondern um eine wirkliche Tuberkulose der „Chorioidea".

Fünf Jahre später konnte Manz zwei weitere Fälle mittheilen (Arch. f. Ophthalm. Bd. IX), und kurz darauf erhielt der Befund von Manz auch von anderer Seite eine Bestätigung, indem Busch (in Virchow's Archiv Bd. V) einen weiteren Fall von Tuberkulose der Aderhaut beschrieb.

War bis dahin bei der kleinen Zahl der beobachteten Fälle das Vorkommen der Aderhauttuberkulose mehr als eine Rarität betrachtet worden, so änderte sich dies mit Cohnheims*) Untersuchungen, durch welche die Aderhauttuberkulose aus dem Bereich der anatomischen Curiosität herausgehoben und als eine ganz gewöhnliche Theilerscheinung ausgebreiteter Tuberkulose festgestellt wurde.

In sieben kurz hinter einander zur Section gekommenen Fällen von Miliartuberkulose, über welche Cohnheim berichtet, wurde regelmässig Aderhauttuberkulose gefunden. — In weiteren elf Fällen, welche von Cohnheim darauf untersucht wurden, war — wie dies von v. Graefe**) angegeben wird — nach mündlicher Mittheilung von Cohnheim das Gleiche der Fall.

Was Aussehen, Auftreten und Vertheilung der Tuberkelknötchen in der Aderhaut betrifft, so verhalten

*) Virchow's Archiv Bd. 39.

**) Arch. f. Ophthalm. Bd. 14, 1, S. 188. v. Graefe und Leber „Ueber Aderhauttuberkel".

sich dieselben hier nach Cohnheim nicht anders wie an anderen Organen, an denen man ihr Auftreten schon von lange her kennt.

Nur in einzelnen wenigen der befallenen Augen war blos ein einziger Knoten; in weitaus den meisten waren ihrer mehrere vorhanden, mitunter war die Zahl derselben eine sehr grosse.

In der Vertheilung war keine bestimmte Anordnung zu erkennen. Sie fanden sich ebensowohl in der Gegend der Papille und der Macula lutea, als in der des Aequators, doch schien es in einzelnen Fällen, als ob der hintere Abschnitt des Auges bevorzugt sei.

Was ihre Grösse anlangt, so wurde diese sehr wechselnd gefunden. Die kleinsten, welche eben noch mit blossem Auge wahrgenommen werden konnten, hatten 0,4 Mm. im Durchmesser, die meisten waren aber grösser, sie erreichten einen Durchmesser von circa 1 Mm., und der grösste Tuberkelknoten, den Cohnheim in den von ihm untersuchten Augen sah, erreichte eine Grösse von $2^1/_2$ Mm. Die meisten Knötchen blieben innerhalb des Niveau's der Chorioidea; alle aber, die einen Durchmesser von 0,6 Mm. und mehr hatten, prominirten gegen das Augen-Innere — mit zunehmender Grösse selbstverständlich um so stärker. Erst wenn der Durchmesser mehr als 1 Mm. betrug, reichten sie bis in die Lamina fusca, um bei noch grösserem Umfang gegen die Sclera sich vorzudrängen, in dieser deut liche Abdrücke bildend.

In ihrem Aussehen gleichen die Aderhauttuberkeln ganz denen an anderen Organen sich findenden. Nur wenn sie ganz klein sind, sind sie genau durchscheinend, die grösseren zeigen ein opakes und weissliches Centrum, das um so grösser und um so deutlicher ist, je grösser das Knötchen.

Nach der mikroskopischen Untersuchung bestand

die „sehr grosse Mehrzahl der die Knötchen constituirenden Elemente" aus kleinen, runden, lymphkörperchenähnlichen Zellen, mit meist nur einem, relativ grossen Kern. „Zwischen diesen wurde überall auf grössere Formen gestossen, die gleichfalls rund waren, aber 3 bis 4 grosse helle Kerne im Innern enthielten." Eigentliche vielkernige Riesenzellen sah Cohnheim nicht. Im Centrum der Knötchen, da, wo man die opake Masse sah, war der gewöhnliche Befund fettig entarteter Zellen bis zum völligen Körnchendetritus.

Was Ursprung und Entwicklung betrifft, so giebt Cohnheim wie Busch an, dass die Knötchen, wo sie klein waren, ihren Sitz vorzugsweise, resp. allein in der Choriocapillaris hatten. Erst grössere, solche, welche über die Innenfläche der Chorioidea prominiren, ragten auch in die tieferen Schichten.

Während Manz die Entstehung der Knötchen von den Adventitialzellen der Gefässe der mittleren Schicht ableitet,*) und Busch, auf die Beobachtung hin, dass

---

*) Manz beschreibt den einschlägigen Befund folgendermaassen: „Fast durch alle grösseren, sowie auch mikroskopisch kleinen Knötchen zog ein Blutgefäss mitten hindurch. Die dabei vorkommenden Veränderungen in dessen Wandungen konnten besonders an den letzteren genau studirt werden. Es erschien nämlich hier die Adventitia, statt, wie es in normalen Augen Regel ist, nur in einem oder wenigen Contouren das Gefäss begleitend, breit wie aufgefasert und enthielt eine überraschend grosse Zahl von Kerngebilden. Von dem normalen Verhalten weichen die Gefässe da, wo die Tuberkelknötchen lagen, in mehrfacher Beziehung ab. Einmal erschien die Adventitia hier überhaupt bedeutend mächtiger, und die Zahl ihrer Kerne bedeutend vermehrt, so dass das Gefäss auf eine kurze Strecke damit fast ganz bedeckt erschien. Dann aber zeigten auch die Kerne selbst wesentlich andere Formen; sie waren mehr rund und polygonal, grösser, meist stark lichtbrechend, und viele ganz deutlich von einem homogenen oder fein granulirten Protoplasma umgeben. Sehr leicht liessen sich Uebergänge von den kleinsten solcher Wucherungsherde zu den grösse-

er bei einer einzigen grossen Stromazelle an dem Kern eine deutliche bisquitförmige Einschnürung sah, die pigmentlosen Stromazellen bei der Bildung der Tuberkelknoten eine Hauptrolle spielen lässt — glaubt Cohnheim, dass es „ganz unzweifelhaft" die lymphkörnchenartigen Zellen (vereinzelt auch in der normalen Chorioidea vorkommend) sind, von welchen die Elemente des Tuberkels herzuleiten sind.

In allen Fällen Cohnheim's war die Tuberkulose eine über viele Organe des Körpers ausgebreitete. Dass sich die Aderhauttuberkulose mit Vorliebe gerade mit der Tuberkulose bestimmter anderer Organe combinirte, ging aus denselben nicht hervor, insbesondere „traf keineswegs häufig mit derselben eine analoge Affection im Centralnervensystem und in seinen Häuten" zusammen.

Wenn Cohnheim Anfangs auch der Annahme zuneigte, dass es nur die acute Miliartuberkulose sei, bei der die Chorioidea afficirt gefunden werde, so glaubt er späterhin diese enge Begrenzung um deswillen aufgeben zu müssen, weil die Aderhauttuberkulose auch in Fällen constatirt werden konnte, „wo in allen überhaupt afficirten Organen ältere käsige Herde oder tuberkulöse Ulcerationen mit kleinen grauen Knötchen bunt durch einander gemischt waren, und wo es absolut unmöglich war, den Krankheitsprocess als einen discontinuirlichen

---

ren das Gefäss ganz einhüllenden Tuberkelknötchen, in welchen dann auch noch die feinkörnige Detritusmasse sich zeigte, auffinden, so dass kein Zweifel bleiben konnte, dass eine grosse Zahl dieser Neubildungen als die Producte der genannten Veränderungen der Gefässwandungen aufzufassen seien. Zur Unterstützung diente die Untersuchung der zahlreichen Tuberkel der Pia mater — indem sich auch hier ihre Entwicklung aus der wuchernden Adventitia der Arterien auf das Schönste herausgestellt hatte." (Archiv für Ophthalm., Bd. IX, 3, S. 133—140 u. 141.)

aufzufassen."*) Das, was derartige Fälle mit der gewöhnlichen acuten Miliartuberkulose gemeinsam haben, ist „die Verbreitung über eine grosse Anzahl von afficirten Organen. Bei einer grossen Reihe von auf das Vorkommen von Aderhauttuberkeln untersuchten Fällen von genuiner Lungen- oder Darmtuberkulose fand Cohnheim die Chorioidea frei.

Von keinem der bis dahin von Manz, Busch und Cohnheim untersuchten Augen war das Verhalten derselben zu Lebzeiten bekannt. Nur bei einem der Cohnheim'schen Fälle war in der Krankengeschichte Schlechtsehens erwähnt; da in diesem Fall aber ausser Aderhauttuberkeln noch Netzhauthämorrhagien gefunden wurden, lag es näher, letztere für das Schlechtsehen verantwortlich zu machen. Wenn selbst bei ausgebreiteter Aderhauttuberkulose in der Krankengeschichte einer Sehstörung nicht Erwähnung geschieht, so kann dies nicht auffallend erscheinen. Bei dem schweren Allgemeinleiden wird der Patient wohl kaum eine geringe Verminderung des Sehvermögens bemerken und spontan darüber klagen, um so weniger, als die Augen-Affection nicht mit Schmerzen verbunden ist; und auch selbst wenn die Aufmerksamkeit des Arztes darauf gerichtet wäre, dürfte es schwer, resp. unmöglich sein, bei dem Schwerkranken zu ermitteln, in wie weit das Sehen herabgesetzt ist. Nur das eine können wir daraus, dass die Patienten nicht über Schlechtsehen klagen, schliessen, dass die Sehstörung für gewöhnlich jedenfalls keine sehr erhebliche sein kann.

---

*) In einem Fall der Art (Fall 7) war die Milz von Tuberkel ganz frei, während diese sonst bei acuter Miliartuberkulose mit Vorliebe befallen zu sein pflegt. In solchen Fällen kann angenommen werden, dass die älteren tuberkulösen Herde die Infectionsherde waren, von denen eine disseminirte Tuberkulose ihren Ausgang genommen.

War somit von Seiten Cohnheim's der Nachweis geliefert, dass die Aderhauttuberkulose eine durchaus nicht seltene Theil-Erscheinung ausgebreiteter Tuberkulose ist, schien es sogar nach ihnen, als seien sie ein fast constantes Vorkommen, so war es jetzt die nächste Aufgabe, in Fällen von Miliartuberkulose festzustellen, dass die Tuberkelknötchen in der Aderhaut bei der Augenspiegeluntersuchung auch gesehen werden können;*) und — wenn dies der Fall — so war die weitere Frage die: ob das durch sie bedingte Augenspiegelbild ein ganz charakteristisches, ein pathognomonisches ist, aus dessen Constatirung die Diagnose auf Aderhauttuberkulose gestellt werden kann.

Sollte dies in der That der Fall sein, so wäre damit die Aussicht eröffnet, die Augenspiegel-Untersuchung bei der Diagnose von Miliartuberkulose verwerthen zu können.

Was den ersten Punkt anlangt, kann man die Aderhauttuberkel bei der Augenspiegel-Untersuchung sehen, so konnte man dies wohl schon nach dem Ergebniss der anatomischen Untersuchung bejahen. Von Seiten der brechenden Medien besteht kein optisches Hinderniss, stets wurden diese, insbesondere der hier hauptsächlich in Betracht kommende Glaskörper, vollständig rein gefunden. Ihrer Grösse wegen muss man sie zweifelsohne sehen können, wenigstens gilt das für solche, deren Durchmesser mehr als 0,6**) bis 1,0 Mm. beträgt, denn Knötchen von so grossem Durchmesser prominiren nach innen, wodurch das über ihnen liegende

---

*) Dieser Nachweis war von Ed. v. Jäger schon im Jahr 1855 erbracht. Es hatte dieser auch schon ganz richtig auf eine Reihe von dem Aderhauttuberkel zukommendeh Eigenthümlichkeiten aufmerksam gemacht. Diese Mittheilungen scheinen aber ganz unbeachtet geblieben zu sein, es geschieht ihrer nicht Erwähnung.

**) Mauthner, Lehrbuch der Ophthalmosk., S. 449.

Pigment-Epithel auseinandergedrängt wird. Wenn auch sehr kleine Knötchen von dem erhaltenen Pigment-Epithel bedeckt sein können, so fehlt es doch gänzlich auf dem Gipfel von solchen, deren Durchmesser eine Grösse von 1,5 Mm. erreicht.*) Um so deutlicher werden die Knötchen durch die Pigmentlücken hindurchschimmern als gleichzeitig die Tuberkel ihr graues durchscheinendes Aussehen in Folge einer im Centrum beginnenden käsigen Metamorphose verlieren. Die schon mit blossem Auge bei der anatomischen Untersuchung sichtbaren Knötchen müssen um so leichter bei der Augenspiegel-Untersuchung gesehen werden können, als man hierbei den Augengrund ja wie durch eine Loupe bei nicht unbedeutender Vergrösserung sieht.

Auch die Prominenz wird gelegentlich im ophthalmoskopischen Bild Ausdruck finden. Läuft ein Gefäss gerade über ein Knötchen, so wird es eine paralactische Verschiebung erkennen lassen.

Günstig für die Wahrnehmbarkeit der Aderhauttuberkel ist ferner, dass der hintere Bulbus-Abschnitt der bevorzugte Sitz derselben zu sein scheint.

Aber nicht allein, dass die Aderhauttuberkel mit dem Augenspiegel gesehen werden können, konnte man nach dem anatomischen Befund sagen — noch mehr, man konnte aus ihm auch ableiten, wie ungefähr das zu erwartende Augenspiegelbild aussehen muss. Während nämlich bei anderweitigen Chorioideal-Affectionen, mit denen sie verwechselt werden könnten, um

---

*) Nicht unrichtig ist, dass F. v. Becker (tuberkler Choroides — Notisblad för Läkare och farmaceuten 1868, Helsingfors) in dem von ihm mitgetheilten Fall Aderhauttuberkel von 1—1½ Mm. Durchmesser sah, welche vom Pigment-Epithel vollständig verdeckt waren, so dass sie erst nach Wegnahme dieses sichtbar wurden.

hellere Flecke meist dunkle Pigmentsäume, Pigmentringe zu sehen sind, fehlen diese hier.*)

Auf dem Gipfel der grösseren Knötchen fehlt das Pigment-Epithel ganz, an den Seitentheilen der Knötchen ist es lichter. Die Knötchen selbst sind gelblich-weiss und verdecken die Chorioidealgefässe und die Lamina fusca. Der optische Ausdruck dieses Verhaltens wird sein, dass die Flecke im Centrum am hellsten, gelblich-weiss, erscheinen und von hier ein allmäliger Uebergang in das gesättigte Roth des Augengrundes statthat. Nimmt man dazu, dass die Knötchen meist rund sind, so wird das zu erwartende Augenspiegelbild etwa folgendes sein: hellere runde gelbliche Flecke von wechselnder Grösse, seltener solitär, meist zu mehreren zusammenstehend, die im Centrum am hellsten erscheinen, und mit allmäligem Uebergang nach der Peripherie nicht scharf gegen den übrigen Augengrund abgegrenzt sind.

Es waren dies etwa die Gesichtspunkte, von denen ausgehend v. Graefe und Leber an die Aufsuchung des ophthalmoskopischen Bildes gingen.**) — Im Jahre 1867 konnten beide***) bei einem 67jährigen Patienten, bei dem späterhin die Section bei Mitbetheiligung der Aderhaut über viele Organe verbreitete Tuberkulose ergab, — die Aderhauttuberkel mit dem Augenspiegel beobachten. Das Augenspiegelbild zeigte ganz, wie erwartet wurde, rundliche helle Flecke, bei denen ein

*) Wenn man von dem einen Fall Cohnheim's absieht, in dem bei exceptioneller Grösse eines Knötchens ein Pigmentring um dasselbe gefunden wurde.

**) E. Bauhut hat, wie er angiebt, schon 1866 und 1867 Aderhauttuberkel mit dem Augenspiegel gesehen und will auch schon das ophthalmoskopische Bild für die Diagnose der tuberkulösen Meningitis verwerthet haben (Atlas ophthalmoscop. médic., pag. 62). Comptes rendus du congrès médical de Paris 1867, p. 455.

***) Arch. f. Ophth., Bd. 14, 1, S. 183.

allmähliger Uebergang von dem hellen Centrum durch eine Randzelle in das normale Colorirt des übrigen Augengrundes zu sehen war.

Ein weiterer Fall, dessen auch v. Graefe und Leber Erwähnung thun, wurde bald nachher von B. Fränkel*), beobachtet. Das Augenspiegelbild war das Gleiche. Die Section ergab ausgebreitete Miliartuberkulose, und die mikroskopische Untersuchung der Augen bestätigte die Richtigkeit der Diagnose.

War damit — nachdem schon früher durch Cohnheim die Häufigkeit des Vorkommens der Aderhauttuberkulose bei ausgebreiteter Tuberkulose nachgewiesen war — auch der directe Nachweis erbracht, dass in der That die Aderhauttuberkel gesehen werden können, so lag nun die Möglichkeit vor, unter Umständen in zweifelhaften Fällen durch die Augenspiegeluntersuchung die oft schwierige Differentialdiagnose zwischen miliarer Tuberkulose und Typhus stellen zu können.

Wenn sich die Anfangs gehegten Erwartungen nicht erfüllt haben, wenn die im Weiteren gemachten Beobachtungen ziemlich spärlich waren, so hat dies zum grossen Theil seinen Grund in der Schwierigkeit, Schwerkranke, namentlich schwerkranke Kinder mit dem Augenspiegel zu untersuchen, die hier speciell um so grösser ist, als bei so feinen Veränderungen, wie sie hier in Betracht kommen, die schwierigere Untersuchung im aufrechten Bild nöthig wird.

Die Wahrnehmbarkeit der Knötchen setzt nach dem oben Gesagten eine gewisse Grösse dieser voraus. Sehr kleine sind vom intacten Pigmentepithel überkleidet und nicht zu sehen. Weiter kommt dann auch noch in Be-

---

*) B. Fränkel, die Tuberkulose der Chorioidea und die Miliartuberkulose d. Kinder. Jahresber. f. Kinderheilkunde, Neue Folge II. Bd., S. 113.

tracht, dass möglicherweise die Tuberkelknötchen in der Aderhaut erst sehr spät aufzutreten pflegen.

Die im Laufe der nächsten Zeit von verschiedenen Seiten mitgetheilten Beobachtungen enthalten zwar in Bezug auf Aussehen des Spiegelbildes und Anatomie der Aderhauttuberkel wenig Neues, sind aber in anderer Beziehung von grossem Interesse. Namentlich zwei Punkte sind es, bezüglich derer sie wichtige Angaben enthalten, das ist 1) die Häufigkeit der Aderhauttuberkulose bei Miliartuberkulose und 2) die Zeit ihres Auftretens.

Was den ersten Punkt betrifft, so sollte man nach Cohnheim's Untersuchungen glauben, dass die Aderhauttuberkulose eine regelmässige, oder doch nur sehr selten fehlende Theilerscheinung der acuten Miliartuberkulose ist. Die Untersuchungen Cohnheim's bezogen sich immerhin nur auf eine beschränkte Zahl, es blieb abzuwarten, ob die weiteren anatomischen Untersuchungen die Regelmässigkeit dieses Zusammentreffens ergaben. Dahl*) konnte in drei Fällen von Miliartuberkulose keine Aderhauttuberkel nachweisen, und wie ihm, so sei es — erwähnt er — auch Anderen gegangen. Noch von verschiedenen anderen Seiten wurde das Gleiche beobachtet. In wie weit die Angabe, die Bouchut**) über die relative Häufigkeit macht, die er zu 10 Procent angiebt, dem wirklichen Verhalten entspricht, bleibt abzuwarten. Jedenfalls kann man aus den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen das schliessen, dass die Ader-

*) Tuberklernes Forckommss Chorioidench (Nordishs. Arch. Bd. II).

**) Bouchut (Atlas d'ophth. médic p. 63). La chorioidite granuleuse n'est pas tels commune. Je n'en ai observé pendant la vie que vingt-six cas, sur plus de trois cents observations de méningite tuberculeuse, de tuberculose générale augüe et des differentes variétés d'affections tuberculeuses.

hauttuberkulose kein so constantes Vorkommniss bei Miliartuberkulose ist, als man anfänglich (nach Cohnheim's Untersuchungen) anzunehmen geneigt sein musste.

Was den zweiten Punkt betrifft, so wird selbstverständlich der ophthalmoskopische Nachweis von Aderhauttuberkeln einen um so höheren diagnostischen Werth haben, je früher in der Krankheit er möglich ist, je früher im Krankheitsverlauf die Chorioidea von Tuberkel befallen wird. Die Angaben hierüber gehen weit auseinander. Während von der einen Seite*) Fälle mitge-

---

*) E. v. Jäger (l. c.) erwähnt, dass in zwei der von ihm beobachteten Fällen bei sorgfältiger Untersuchung „keine Anzeichen einer Tuberkulose anderer Organe aufgefunden werden konnten, obgleich sich dieselben einige Zeit darauf ziemlich rasch entwickelten".

Dahl (l. c.) hält den Nachweis von Chorioidealtuberkel um so wichtiger, als sie mitunter „in sehr frühem Stadium" aufträten.

B. Fränkel (die Tuberkulose der Chorioidea, Jahresbericht für Kinderheilkunde Bd. II., S. 113) sah in einem Fall das Auftreten von Chorioidealtuberkel in die Zeit der frühesten Prodromalsymptome fallen, 6 Wochen vor Ausbruch einer Meningitis tuberculosa. — Noch wichtiger ist eine spätere Beobachtung desselben (weitere Beobachtungen von Tuberkeln der Chorioidea, Vortrag, gehalten in der Berl. medizin. Gesellschaft, Berlin, Klin. Wochenschrift 1872, S. 4—6). — Ein 5½jähriges Kind wird bei Verdacht auf Miliartuberkulose ophthalmoskopisch untersucht und man fand im linken Auge unweit von der Papille einen über Papillengrossen weissen, in eine Spitze ausgezogenen Flecken mit ziemlich verwaschenem Rande. Die über ihn laufenden Gefässe beschreiben einen deutlichen Bogen. Zehn Tage später war der Flecken auf 1½ Papillendurchmesser gewachsen. Der schmale rothe Saum, der ihn vorher von der Papille trennte, war verschwunden. Der Flecken schien mit der Papille zusammenzufliessen. Das Allgemeinbefinden bessert sich allmälig, das Kind wurde blühend, der Flecken im Augengrund war nicht grösser geworden.

3 Monate später, nachdem der Flecken entdeckt worden war, stellte sich ein fieberhaftes Allgemeinleiden ein, das in 5 Wochen zum Tode führte. Im linken Auge traten kleine Flecke auf. „Obgleich die Section verweigert wurde, ist doch die Diagnose der Miliartuberkulose als ganz sicher zu betrachten". Dass der grosse Fleck neben der Papille ein Tuberkel war, sei um so weniger zu

theilt werden, in denen längere Zeit vor dem Tode, selbst längere Zeit vor dem Ausbruch einer Meningitis tuberkulosa und anderen tuberkulösen Affectionen Aderhauttuberkel beobachtet wurden, wird von anderer Seite*) angegeben, dass die Aderhauttuberkel zu den am spätesten auftretenden Erscheinungen gehören.

Einen wichtigen Beitrag zur Frage nach der Wichtigkeit der Augenspiegeluntersuchung für die Diagnose der Tuberkulose hat neuerdings Stricker (Charité-Annalen 1876, S. 329 bis 336) geliefert. Unter 6 an allgemeiner Miliartuberkulose oder tuberkulöser Basilarmeningitis verstorbenen Patienten und 14 Phthisikern, bei denen sich gegen Lebensende eine allgemeine Tuberkeleruption entwickelt hatte, waren es nur 3 Fälle, bei denen intra vitam der sichere Nachweis von Tuberkeln der Chorioidea geführt werden konnte; dagegen wies nach dem Tod eine genaue Untersuchung unter allen 20 Fällen 12 Mal Tuberkel der Chorioidea nach.

---

bezweifeln, „als Ponfik an einer Leiche einen Chorioidealtuberkel von 5 Mm. Durchmesser gefunden hat" (Nagel's Jahresb. III., S. 317. Nagel erwähnt bei dieser Gelegenheit, er selbst habe gelegentlich einen über papillengrossen Chorioidealtuberkel gesehen).

Die gleiche Beobachtung, dass Chorioidealtuberkel lange Zeit der Meningitis vorausgehen können, machte in einem Fall Steffen (Jahrb. f. Kinderheilk. Bd. II., S. 315 und Bd. III.). In anderen Fällen fand Steffen die Tuberkel erst fünf resp. einen Tag vor dem Tode.

*) Ausser den schon eben erwähnten Beobachtungen Steffen's sei erwähnt, dass Manz das Gleiche beobachtet hat (Nagels Jahresber. I.). In manchen Fällen, in denen man erst kurz vor dem Tod Chorioidealtuberkel sah, bleibt es dahingestellt, wann sie sich entwickelt hatten, so z. B. in dem Fall, den Sidney Coupland mittheilt (tubercolosis of the choroid Transact. of the pathol. Soc., London 1874). — Siehe auch Förster „Beziehungen der Augenkrankheiten zu Allgemeinleiden" (Graefe-Sämisch S. 69).

Nach den vorliegenden Beobachtungen kann man sich wohl dahin aussprechen, dass die Aderhauttuberkel eine sehr häufige Theilerscheinung ausgebreiteter Tuberkulose sind, dass sie aber in sehr vielen Fällen nicht bei der Augenspiegeluntersuchung wahrgenommen werden können, ganz abgesehen von der Schwierigkeit der Untersuchung, weil sie unter dem Pigment-Epithel liegen, das sie in zusammenhängender Schichte selbst dann noch bedecken kann, wenn sie über 1 Mm. im Durchmesser haben, wie dies die eben erwähnte Beobachtung von v. Becker zeigt.

Es ergiebt sich aus all dem, dass die Augenspiegeluntersuchung der internen Medizin hier nicht die grossen Dienste leisten kann, die man Anfangs hoffte; auf der anderen Seite muss aber doch auch hervorgehoben werden, dass bis jetzt schon eine ganze Reihe von Beobachtungen vorliegt, in denen auf den Spiegelbefund hin die Diagnose Tuberkulose mit grösserer Sicherheit gestellt werden konnte.*)

Alle die seither angeführten Fälle**) von Aderhaut-

*) v. Graefe's Fall, mehrere Fälle von Fränkel und Steffen, mehrere Fälle von Bouchut (atlas d'ophthalmol. et cérebroscop.), der Fall von Sidney Coupland, sowie der von Stoiceser etc.

**) Vielleicht dass der eine Fall von Fränkel die Bedeutung einer primären Tuberkulose hat.

**) Ausser den bereits aufgeführten, seien hier noch erwähnt die Beobachtungen von Bouchut (meningite tuberculeuse avec tubercules de la choroide. (Gaz. des hôp. 1870, p. 250 u. p. 245) und Bouchut (cérébroscopië 1876), Nettleship (tubercules of the choröid in two cases of acut Tuberculosis, Ophth. Hosp. Rep. VII., p. 221 in Nagel's Jahresber. II.), Steffan, Jahresber. 1874, S. 27, Stoicesco (Bullet. de la société anatom. 1874, p. 747), Lionville (Bullet. de la société anatom. 1873, p. 300), Pasquier (tubercules de la choroide Journal d'ophth. I., p. 560), Sieffert (tubercules du cervales Journ. d'ophth. I., 526, in Nagel's Jahresbericht III.), Heinzel (über den diagnosen Werth des Augenspiegelbefundes bei intracran. Krankheiten. Jahrbuch f. Kinderheilkunde.

tuberkulose fallen nach unserer Vorbesprechung unter die Rubrik der „secundären Tuberkulose", die Aderhauttuberkulose ist als Metastase aufzufassen, sie ist Theilerscheinung einer verbreiteten Tuberkulose. Warum gerade die Chorioidea ein Lieblingssitz zu sein scheint, könnte möglicherweise in gewissen Eigenthümlichkeiten von dem Gefässsystem seinen Grund haben (wenn man von der gewöhnlich gemachten Annahme ausgeht, die Verbreitung der Metastasen geschehe auf dem Weg der Blutgefässe).

In Bezug auf die histologische Beschaffenheit der Aderhauttuberkel bringen diese Mittheilungen wenig Neues; — in Bezug auf das Spiegelbild stimmen sie soweit unter sich und mit den früheren Beobachtungen überein, dass man dem entsprechend in den neueren Lehrbüchern ein für die Aderhauttuberkel charakteristisches Bild beschrieben findet.*)

Sie präsentiren sich als helle, blass gelblich-weisse oder blass-rosa, meist runde und meist kleine Flecke, welche ohne scharfe Grenze in die normale Färbung des umgebenden Augengrundes übergehen.

Sie scheinen ohne Schmerz und äusserlich sichtbare Entzündungserscheinungen aufzutreten und das Sehvermögen nicht sehr wesentlich zu alteriren.

Alle die seitherigen Mittheilungen beziehen sich auf das Vorkommen von Tuberkeln in der eigentlichen Chorioidea. Cohnheim, der bei seinen Unter-

---

Neue Folge VIII., 3, p. 331). Auf die Mittheilung von Poncet (gaz. medic. 75) wird weiter unten zurückgekommen werden. Von Poncet werden noch citirt: (Corrazza Luigi, Galezowsky Arch. générale de méd. 1867), Vernon (Berlin, Klin. Wochenschrift 1868), Soelberg Wells (Ophth. Nösp. Rep. 1867 u. Annales d'oculist. 1867).

*) Mauthner, Lehrb. d. Ophthalmosk., S. 450, Schweigger, Handb. d. Augenheilkunde, S. 443, Zehender, Handb. d. ges. Augenheilkunde, II. Bd., v. Wecker (Graefe-Saemisch) etc. etc.

suchungen auch nur die Chorioidealtuberkel beschreibt, hebt dabei ausdrücklich hervor, dass wohl auch Tuberkel im vorderen Abschnitt des Uvealtractus, in der Iris, vorkommen dürften. Nach den Bestimmungen der Charité konnte C. nur den hinteren Abschnitt der Augen den Leichen entnehmen. Der Nachweis, dass wie dies von C. als wahrscheinlich hingestellt war in der That auch im vorderen Bulbusabschnitt Tuberkel vorkommen, wurde von Perls geführt. (Arch. f. Ophthalm., Bd. 19, 1, S. 221.)

Dafür, dass Tuberkel auch an anderen Theilen des Auges (als an der Chorioidea) vorkommen, lagen bis dahin nur zwei Angaben vor.*) Bei der einen von diesen (bei der von Bouchut) war die tuberkulöse Natur der Knötchen — nach Perls — mindestens zweifelhaft.

Der Fall, in dem Perls das Vorkommen von ächten Tuberkeln in der vorderen Bulbushälfte nachwies, betraf ein halbjähriges Kind, dessen Vater früher an Syphilis gelitten hatte (und zwar schon an Tertiäraffectionen), und bei dem sich später Phthisis pulm. entwickelte.

Das Kind bot keinerlei Anzeichen von congenitaler Syphilis. Um so mehr musste es daher überraschen, als unterhalb der Mitte der Cornea etwas nach innen von der Mittellinie ein gelblicher Fleck sich zeigte, dem vis-a-vis in der Iris ein leicht prominirender kleiner Knoten zu sehen war. Unter Atropin - Einträufelungen und dem innerlichen

---

*) E. Bouchut (gazette des hôp. 1869) will miliare Tuberkel auch in der Retina ophthalmoskop. u. anatom. nachgewiesen haben u. Gradenigo (annales d'oculist., Bd. 64, p. 175) sah Stecknadelkopfgrosse Flecken in der Cornea und zwar in deren hintersten Schichten, welche etwas gegen die vordere Kammer hin prominirten, und in der Iris kleine rundliche Knötchen. Die Section ergab eine allgemeine ausgebreitete Miliartuberkulose und in dem Auge an Iris und Chorioidea weisslich gelbe Punkte.

Diesen beiden von Perls citirten Fällen wäre als dritter die Beobachtung von Arcoleo hinzuzufügen, welcher Tuberkel in der Cornea beschreibt (Nagels Jahresb. 1871, S. 231).

Gebrauch von Mercurialien nahmen die Hornhauttrübungen mehr und mehr zu, so dass späterhin nicht mehr gesehen werden konnte, in welchem Zustande die Innentheile des Auges waren.

Während unter der Behandlung mit Quecksilber das Kind Anfangs im übrigen wohl blieb, bildete sich allmählig eine Infiltration in den oberen Theilen der rechten Lunge aus. Das Kind kam unter Husten, Appetitmangel und geringen Fiebererscheinungen mehr und mehr herunter bis etwas über 1 Monat nach dem ersten Auftreten der Augenaffection der Tod eintrat.

Die Section ergab neben dem Befund älterer und frischer Miliartuberkulose verschiedener Organe der Brust- und Bauchhöhle grössere Gehirnknoten, die in ihrem Aussehen, „wenn man nach dem groben Aussehen sich ein Urtheil erlauben wollte, eher den Bildern gummöser Ablagerungen als denen der Gehirn-Tuberkel" entsprachen (l. c., S. 231).

„Die diffuse Infiltration der Iris mit Bildung eines grösseren Knotens schien keinem anderen bekannten Bild als dem der syphilitischen Iritis zu entsprechen." Um so wichtiger war das Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung, nach der auch die Veränderungen im Gehirn und in der Iris als von tuberkulöser Natur anzusehen sind. Die Infiltration durchsetzte auch das Ligamentum pectinat. und griff nach hinten noch in das Corpus ciliare.

Den Spitzen der Ciliarfortsätze entsprechend sah man eine ganze Reihe kleiner Knötchen. Die Untersuchung derselben zeigte in jedem derselben einen oder zwei Kernhaufen, welche hier sehr viel deutlicher als in der Iris das Bild wirklicher Riesenzellen gaben. Bei Zerfaserung eines Knötchens sah man 1) eine oder mehrere Riesenzellen, 2) grosse, platte und mit schmalern Ausläufern versehene mattgranulirte (endothelartige) Zellen, 3) grosse rundliche, 2—3 Kerne enthaltende stärker granulirte Zellen, die in den Maschen zwischen jenen zu liegen schienen, und 4) kleine mit relativ grossem Kern versehene rundliche (lymphoide) Zellen. Man hat hier in diesen kleinen Knötchen vollständig das Bild des histologischen Tuberkels, wie es von Wagner und Schüppel beschrieben ist.

In der Cornea, dem Knoten vis-à-vis, befand sich eine scharf begrenzte rundliche Stelle. Es war hier nur die äusserste Begrenzungsschichte der Cornea erhalten. Der Defect in den

tieferen Schichten war von einer Masse ausgefüllt, welche den Bau eines frischen, gefässreichen Granulationsgewebes besass.

Was die übrigen Theile des Auges betrifft, so enthielt der Glaskörper reichliche Eiterkörperchen. Die Chorioidea (wie die Meningen) enthielt keine Tuberkel; dagegen zeigten sich auf der Retina bei genauer Besichtigung eine ganze Anzahl submiliarer, prominirender, scharf umschriebener Knötchen.

Am deutlichsten markirten sie sich, wenn sie über einer blutgefüllten Vene sassen, indem sie dann den Verlauf des Gefässes deckten. Da wo die Knötchen dem Gefäss aufsassen, sah man dasselbe enger werden. In den Tuberkeln sah man eine grössere oder mehrere kleine Riesenzellen.

Man hat es hier mit einer „tuberkulösen Iridocyklitis" zu thun, „die in circumscripter Knotenform beginnend, zur Eiterbildung, zum Cornealulcus, zur tuberkulösen Infiltration der ganzen Iris und eines Theils des Corpus ciliare führte". Neben dieser Affection im vorderen Bulbusabschnitt bestand eine Tuberkulose der Retina, bei deren Entwicklung vielleicht die im Glaskörper zahlreich vorhandenen lymphoiden Elemente die Rolle der Träger übernommen haben können.

Eine weitere Beobachtung einer Iridochorioiditis tuberculosa theilte Manfredi mit (riassunto preventivo di uno stud. clinic. istolog. di uno caso a contribuzione delle tuberculosi ocul. Annal. di ottalm. III., pag. 439). In dem enucleirten linken Auge eines an chronischer Lungentuberkulose verstorbenen jungen Mädchens, welches einige Monate vor seinem Tod erblindet war, enthielten die inneren Membranen, vor allem die Chorioidea zahlreiche Knoten, von denen ein besonders grosser zum Theil verkäst war. Die ganze Aderhaut zeigte sich tuberkulös infiltrirt. Die Retina war abgelöst und im intraocularen Sehnervenende waren die Blutgefässe sehr erweitert und lagen ebenfalls Knötchen.

Der vorläufigen Mittheilung liess Manfredi dann später die ausführliche Beschreibung folgen sowie die

Beschreibung eines weiteren Falls (contribuzione clinica ed anatom-patologica alla tuberculosi oculare pel Manfredi. I. Irido-coroidite acuta refrattaria ad una insistente ed energica cura antiflogistica. — Sviluppo estra bulbare di neoptasia. Enucleazione del bulbo. — Indizi consecutivi di tuberculosi polmonare cronica. Morte per tuberculosi polmonar. cronica, und II. Neoplasia tubercul. primitiva dell iride, dopo due tentativi operator. fottasi estrabulbare.) Nach Beschreibung und beigefügten Abbildungen haben die von Manfredi untersuchten Fälle viel Aehnlichkeit mit dem dritten der hier weiter unten mitzutheilenden Fälle.

Von Bouchut werden dann noch später (ophthalmoskop. Atlas 1876) 2 Fälle von „granulations blanches de la rétine" beschrieben, die er für Tuberkel hält.*)

Während sich alle bisherigen Mittheilungen über Tuberkel am Auge auf Individuen beziehen, die auch anderweitig tuberkulös erkrankt waren, erwähnt zuerst Köster**) des Vorkommens einer Localtuberkulose am Auge, indem er davon spricht, er habe gelegentlich in einem Granuloma iridis,***) das durch die Hornhaut durchgebrochen war, histologische Tuberkel gesehen, sowie ferner auch in einer von der Conjunctiva aus-

*) Der eine Fall betrifft ein 7 jähriges Kind, das mit Kopfschmerz, Erbrechen und Diarrhoe erkrankt war. Die Diagnose wurde auf Meningitis tuberculosa gestellt. Im linken Auge sah Bouchut neben einer Neuritis optica „quelques granulations blanchâtres, miliaires, que je considérais d'abord comme des tubercules de la choroide et qui n'étaient que des granulations caséeuses de la retine, ainsi que je m'en suis assuré par l'autopsie".

Der zweite Fall betrifft einen 36 jährigen Mann, der an Hemiplegie litt und bei einem apoplect. Anfall blieb. Neben Veränderungen an der Papille sah B. weisse Flecke, die er für Tuberkel hält. Einer Section geschieht nicht Erwähnung.

**) Centralbl. f. d. mediz. Wissenschaften, Jahrg. 1873, S. 913.

***) Weiter unten wird noch eingehend auf das Granulom eingegangen.

gegangenen Geschwulstbildung. Auch Becker*) erwähnt bei Besprechung eines von Sattler untersuchten Granuloma iridis, dass an den von lichteren Höfen umgebenen dunklen Stellen im Granulom sich die für dieses wichtige Riesenzellen finden, welche Zellen die Deutung als wichtigen Bestandtheil des cytogenen Tuberkels (E. Wagner) gefunden.

Der Mittheilung Küster's folgten dann später die Beobachtungen von Walb**) und von Hock***) über locale Tuberkulose der Conjunctiva. In dem Walb'schen Fall wurden bei einem scrophulösen Kind, von dem zwei Geschwister an tuberkulöser Basilarmeningitis gestorben waren, in einer die obere Bulbushälfte betreffenden Wucherung der Conjunctiva bulbi rundliche Gebilde gefunden, „welche ganz den Bau des Tuberkels" zeigten. In dem einen der zwei von Hock mitgetheilten Fälle fehlt die anatomische Untersuchung ganz, im andern ist sie nur sehr unvollständig.

Ganz neuerdings ist dann ein weiterer Fall von angeblich „tuberkulösen Geschwüren der Conjunctiva" in den Charité-Annalen (1875, II. Jahrg., S. 523) von Herter aus der Schweigger'schen Klinik veröffentlicht worden.

Ein 39 jähriger Schlossergeselle, dessen Mutter an Lungenschwindsucht gestorben war und der selbst im Jahre 1863 an Bluthusten litt, litt seit Anfang 1875 an den Augen. Es bildeten sich Geschwüre auf der inneren Seite der Lider, die unter der Behandlung mit Adstringentien unverändert bleiben. Die Schleimhaut erhob sich mit der Zeit zu mehreren hanfkorngrossen, röthlichen, grauen, sulzigen Prominenzen, die mit einander confluirten. Solche Knötchen fanden sich neben Ulcerationen sowohl am oberen als auch am unteren Lid. — Es bestand kein Verdacht auf Syphilis. Ueber der rechten

*) Becker's Atlas, II. Lief., S. 36.
**) Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde 1875, S. 257.
***) Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde 1875, S. 309.

Lungenspitze Dämpfung, im Larynx an der hinteren Commissur eine kleine Ulceration mit zackigen Rändern. Die Untersuchung eines abgetragenen Knötchens, welche von Orth vorgenommen wurde, ergab: dass die Hauptmasse desselben aus einem rundzelligen Gewebe bestand. Zelle liegt dicht an Zelle. In dem zellenreichen Gewebe kann man keine Gefässe sehen. Durch die kleineren Rundzellen dieser Region zerstreut liegen grössere und kleinere vielkernige Riesenzellen. Diese Parthien heben sich zum Theil als rundliche Gruppen ab von der Umgebung, doch ist nirgendwo eine scharfe Grenze. Von regressiven Metamorphosen ist an keiner Stelle etwas zu sehen. Wenn auch manches der gewöhnlichen Erscheinungen der tuberkulösen Entzündung fehlt, so glaubt Orth doch, dass man besonders in Anbetracht des mikroskopischen Aussehens die Affection eine tuberkulöse nennen darf.

Ob der von Hirschberg (Arch. f. Ophth. XXII., 1, S. 141) mitgetheilte Befund von Riesenzellen, welche immer umgeben von einem Territorium reticulirter rundzellenhaltiger Substanz in einem kleinzelligen Aderhautsarcom gefunden wurden, das sich bei einem 2 jährigen blühend gesunden Kind entwickelt hatte, — die Deutung zulässt, dass es sich hier um die Entwicklung histologischer Tuberkel gehandelt habe, scheint nur mindestens sehr fraglich. Durch den Befund von Riesenzellen und epitheloiden Zellen allein wird eben eine Affection noch keineswegs zur tuberkulösen gestempelt.

Schliesslich sei nur noch erwähnt, dass Sattler jüngst auf dem Heidelberger Congress 1877 einige neue Beobachtungen über Tuberkel am Auge mittheilte. Der eine Fall betrifft das Vorkommen von Tuberkeln in der Conjunctiva, der andere von solchen im Sehnerven und der dritte von solchen in der Netzhaut. Ausführliche Mittheilung über den Befund dieser Fälle liegt zur Zeit noch nicht vor.

Einen weiteren in vielfacher Beziehung interessanten Fall von Tuberkulose der Conjunctiva theilte in dem letzten Heft der Klin. Monatsblätter Walb mit (Augustheft). „In einem

bis dahin anscheinend ganz gesunden Individuum war durch eine Verletzung eine Continuitätstrennung von Knorpel und Conjunctiva zu Stande gekommen. Die Knorpelwunde heilte, die Wunde der Conjunctiva nicht. Unter normalen Verhältnissen würde die an eine derartige Verletzung sich anschliessende Bindegewebsneubildung (Granulationen) durch Narbenbildung zum Abschluss gekommen sein, hier aber geschah dies offenbar unter dem Einfluss einer constitutionellen Anlage nicht, sondern, nachdem die Bindegewebsbildung eingeleitet, sehen wir ein heterologes Gewebselement auftreten, den Miliartuberkel."

I. Fall.

Ganz verschieden von all den bis dahin beschriebenen Fällen von Aderhauttuberkulose, verschieden nach dem klinischen Bild und verschieden nach dem anatomischen Befund ist der Fall, welcher im Nächstfolgenden ausführlich mitgetheilt werden soll.

Der Krankengeschichte des Herrn Dr. Hirschberg, welcher, von dem Hausarzt des Patienten, Herrn Dr. Schlesinger, zugezogen, den Patienten längere Zeit bis zu dessen Tod beobachten konnte, und das der Leiche enucleirte linke Auge zur Untersuchung an Herrn Prof. Becker schickte — entnehmen wir folgende hauptsächlichste Daten:

Herr Kaufmann L. in Berlin, ein kräftiger Mann von 27 Jahren, soll früher Säufer gewesen sein und hat vor einem Jahr etwas unbestimmte Nervensymptome (Zittern der rechten Unter-Extremität) gezeigt. Als Herr Dr. Hirschberg den Patienten zum ersten Mal sah (am 21. April 1875), litt er seit 16 Tagen an einer schmerzhaften Entzündung des linken Auges. Es besteht zur Zeit deutliches Fieber. Während rechts normale Sehschärfe und normaler Spiegelbefund zu constatiren ist, besteht links leichte Protrusio bulbi und ist die Sehschärfe sehr erheblich herabgesetzt. Dabei ist die Beweglichkeit ziemlich normal, die Lidhaut nicht wesentlich geschwollen. Es besteht starke rothe Chemosis.

Die Hornhaut ist leicht rauchig getrübt, die Pupille (durch

Atropin) über mittelweit und ziemlich rund. Im Pupillargebiet geringe Reste von Exsudat. Linse und Glaskörper frei. Der Augengrund zeigt hochgradige Veränderungen sehr eigenthümlicher Art. Die Papilla nerv. optici ist nicht abzugrenzen, nur als Confluenzstelle der Hauptgefässe der Netzhaut zu erkennen. Die Venen sind bedeutend erweitert, eine nach oben ziehende auf das 4- bis 6fache des Normalen, und sowohl in der Netzhautfläche, als auch senkrecht dagegen erheblich geschlängelt, von Netzhautblutungen begleitet. Der grösste Theil des Augengrundes ist theils diffus, theils grobfleckig entfärbt und erscheint weisslich, wahrscheinlich durch Infiltration der Netzhaut und Aderhaut. Obwohl die Netzhaut zahlreiche flache Erhebungen ihrer Oberfläche erfahren hat, ist eine wirkliche Netzhaut-Ablösung nicht nachweisbar, ebensowenig ein intra- oder retrobulbärer Tumor. Die Untersuchung war, wie H. bemerkt, durch die Unruhe des Auges äusserst erschwert. Nach dem Befund der Augenspiegel-Untersuchung glaubt H., dass es sich um eine Chorioretinit. acuta diffusa (plastica) handelt.

Die Austrittsstellen des N. supra- und infraorbitalis sind auf Druck schmerzhaft. Sehvermögen fast vollständig erloschen.

Anfänglich wurde ein retrobulbärer Tumor angenommen. Bei einer am 22. April vorgenommenen Punction der Orbita entleerten sich nur wenig Tropfen Blut.

Am 23. ist die Lidschwellung stärker, und es tritt ein epileptiformer Anfall auf.

Am 24. April Lidschwellung gering. Subjective Besserung.

Am 25. ist die Chemosis ganz, die Lidschwellung fast ganz verschwunden. Die Netzhautvenen sind halb so weit als am 21. April. Nach oben werden Finger gezählt. Die Besserung war nur von kurzer Dauer. Nach einigen Tagen traten die Symptome schwerer Meningitis in den Vordergrund, und der letale Ausgang erfolgte.

Bei der Section, welche Herr Dr. Orth vornahm, wurde eine Encephalomeningitis tuberculosa constatirt.

Nachdem das linke Auge in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet, wird es durch einen Horizontalschnitt eröffnet.

Form und Grösse sind normal. Im vorderen Abschnitt ist nichts Pathologisches zu sehen; im hinteren Abschnitt be-

steht dagegen — wie in Fig. 1 ersichtlich — eine sehr in die Augen fallende Veränderung an der Stelle des Sehnerveneintritts. Hier springt, scharf an dem äusseren Rand der Papille beginnend, eine Masse von graugelbem Aussehen steil, circa 3 Mm. weit gegen das Augen-Innere vor. Nachdem dieselbe mehrere Millimeter weit diese Dicke beibehalten hat verschmächtigt sie sich allmälig, so dass sie etwa 7 bis 8 Mm. von der Papillengrenze entfernt das Niveau der Chorioidea erreicht hat.

Es reicht diese graue Masse nach aussen bis an die Sclera, die hier beträchtlich verdickt ist, dringt aber nicht in sie hinein und baucht sie auch nicht nach aussen vor.

Allem Anschein nach liegt die Geschwulst in der Chorioidea. Bei genauem Zusehen erkennt man, wie sich dieselbe aus einem grösseren, nächst dem Sehnerven-Eintritt liegenden Knoten und mehreren kleinen, weiter entfernten zusammensetzt. Der nächst dem Sehnerven-Eintritt liegende grössere Knoten sitzt der Sclera als eine nahezu halbkugelige Masse auf, die ziemlich homogen erscheint und von graugelber Farbe ist. Der übrige Theil der verdickten Partie ist nur wenig lichter als die übrige Chorioidea und lässt vereinzelte kleine hellere Einlagerungen erkennen. In der den Durchschnitt durch das Auge darstellenden Zeichnung sind die Details des Knotens nach einem etwas von der Horizontal-Ebene entfernten Schnitt eingezeichnet.

Dem Umfang der Geschwulst entsprechend ist die Netzhaut nach innen gedrängt, so, dass ihre innere Oberfläche an der meist prominenten Stelle, etwa 3½ Mm. von der Innenfläche der Sclera entfernt ist. Da, wo die Geschwulst endet, legt sich die Netzhaut nicht mehr der Chorioidea an, sie ist vielmehr bis über den Aequator hinaus, nahezu bis zur Ora serrata abgelöst und dabei vielfach seicht gefaltet. Und nicht nur in der äusseren Hälfte des Auges, auf der Seite, wo der Geschwulstknoten liegt, ist dies der Fall, sondern auch an der inneren. Es besteht sonach eine totale Netzhaut-Abhebung. Zwischen der abgehobenen Netzhaut und der überall fest mit der unterliegenden Sclera verlötheten Chorioidea befindet sich eine homogene, gelatinöse Masse, ein unter dem Einfluss der Härtungsflüssigkeit geronnenes Exsudat, dessen Existenz beweist, dass wir es hier mit einer Abhebung der Netzhaut zu thun haben, die zu Lebzeiten bestanden hat.

Dem Umfange des Geschwulstknotens auf der Innenfläche der Sclera entsprechend ist aussen an der Sclera eine eigenthümliche Verdickung zu sehen, welche wie eine flache Erhebung dem äusseren Umfang der Sehnervenscheide aufsitzt. Auf der Schnittfläche sieht man hier die Opticusscheide verbreitert, resp. die einzelnen sie zusammensetzenden Faserzüge auseinandergedrängt.

Die Tenon'sche Kapsel ist verdickt. Der Glaskörper hat sich durchweg etwas von der Netzhaut retrahirt. Beim Abziehen von der Netzhaut zeigen sich nur einige wenige Anheftungen an letztere. An einzelnen Stellen sieht man aussen auf dem abgelösten Glaskörper kleinere und grössere flache, gelbliche Auflagerungen, welche, wie hier gleich erwähnt sein mag, sich bei der mikroskopischen Untersuchung als kleine Hämorrhagien herausstellten.

Was den Befund der mikroskopischen Untersuchung, zunächst der am meisten in die Augen fallenden Stelle am Sehnerven-Eintritt, betrifft, so zeigen Schnitte durch den daselbst gelegenen Knoten ein etwas verschiedenes Bild, je nachdem der Schnitt nahe der Ebene, welche der Zeichnung (Fig. 3) entspricht, geführt ist, oder weiter mehr weniger weit weg von dieser. An Schnitten letzterer Art erkennt man, wie der grosse Knoten sich aus mehreren kleinen zusammensetzt. Man sieht hier mehrere kleinere Knoten durch schmälere oder breitere Brücken mit einander verbunden.

Wie immer diese Knötchen beschaffen sind, mögen sie gross oder klein sein, immer zeigen sie nahezu das gleiche Aussehen. Alle sind annähernd rund und frei von Pigment. Es tritt dieses Verhalten am auffallendsten zu Tage, wenn der Schnitt durch mehrere neben einanderliegende Knötchen geführt ist. Zwischen je zwei solcher Knötchen verlaufen mehr weniger breite Züge von Chorioidealgewebe mit zahlreichen pigmentirten Zellen, die zusammengedrängt sind und eine den Knötchen concentrische Anordnung zeigen (siehe Fig. 5).

Sehr auffallend ist das verschiedene Verhalten der centralen und der peripheren Theile der Knötchen. Während das Centrum sich nur kaum eben färbt, färbt sich die Peripherie sehr intensiv. Auf den Schnittpräparaten sieht man daher um eine matt gefärbte Scheibe einen dunkel gefärbten Ring. Das Innere der Knötchen besteht aus einer homogenen Masse, die

bei dem Versuch, sie herauszunehmen, leicht zerbröckelt. Nur schwer ist zu erkennen, dass sie aus zelligen Elementen besteht, die sich im Zustand weit vorgeschrittenen, fettigen (resp. käsigen) Zerfalls befinden. Stellenweise sieht man nur Detritus, und in diesem hier und da noch besser erhaltene zellige Gebilde. Von einem Stütz- oder Maschenwerk ist in dieser Masse nirgends etwas zu sehen.

Diese centrale käsige Masse macht bei Weitem den grössten Theil der Knoten aus. Der periphere, sich intensiv färbende Theil bildet nur eine dünne Schale.

Das erste, was man an der Grenze zwischen Kern und Rinde sieht — scharf ist diese meist nicht — sind an manchen Stellen zart angedeutete concentrische Linien.

Gelingt es nur schwer, die einzelnen inmitten der Kernmasse der Knoten gelegenen Elemente als zellige zu erkennen, so findet man in der Rindenschicht ein durchaus anderes Verhalten. Hier sieht man deutliche, dicht aneinandergedrängte, meist runde Zellen, die sich lebhaft gefärbt haben. Betrachtet man die Grenzschicht zwischen Kern und Rinde bei stärkerer Vergrösserung, so fällt an einzelnen Stellen auf, dass die zunächst nach innen gelegenen Zellen sich durch bestimmte Form und Anordnung auszeichnen. Sie sind oval, einzelne von ihnen in der Mitte bisquitförmig verschmälert, und alle mit dem schmalen Ende nach dem Centrum des Knotens gestellt.*) Indem solche Zellen in 3- bis 4facher Reihe dicht gedrängt hintereinander stehen, setzen sie in toto einen Ring zusammen, der den Knotenkern umgiebt. Nach aussen hin steht dieser Ring mit dem den Knoten umgebenden, stark infiltrirten Chorioidealgewebe durch ein zartes Maschenwerk in Zusammenhang. Auf den Balken dieses, und namentlich an dessen Knotenpunkten liegen vereinzelte Zellen, zum Theil längliche von der eben beschriebenen Form, zum Theil auch runde,

*) Was die Bedeutung jener länglichen, ovalen Kerne betrifft, welchen man an der Grenze des käsigen centralen Theils der Tuberkel begegnet, so möge auf die Möglichkeit hingewiesen sein, dass es sich hier vielleicht um die weit vom Gefäss abgerückte Gefässscheide handelt, die durch den sich in dem Gefässscheidenraum entwickelnden Tuberkel mehr und mehr abgedrängt worden ist, oder auch vielleicht um ein oder das andere sackförmig nach innen vorgestülptes Endothelhäutchen der Chorioidea.

deren Zahl immer mehr zunimmt, bis man schliesslich nur noch solche sieht. Hier liegen dann die Zellen so dicht, dass es nicht mehr möglich ist, ein etwa zwischen sie sich fortsetzendes Maschenwerk zu erkennen. Zwischen den dicht gedrängt stehenden Rundzellen liegen wohl erhaltene, langgestreckte pigmentirte Stromazellen, deren Richtung im Allgemeinen concentrisch zu den Knoten ist. Fig. 3 soll das beschriebene Verhalten illustriren.

Eine besondere Beschreibung erfordert das Verhalten der in den Knoten gelegenen Gefässe. Auf Querschnitten erscheint die Gefässwand stark verdickt und durch Hämatoxylin dunkel gefärbt. Das Innere des Gefässes ist vollgepfropft von rothen Blutkörperchen, zwischen denen vereinzelte weisse zu sehen sind. In einiger Entfernung von der Gefässwand und zu dieser parallel sieht man einen gleichfalls dunkel gefärbten Ring, der sich aus zahlreichen, dicht nebeneinander liegenden zelligen Elementen zusammensetzt. Der Raum zwischen ihm und der Gefässwand ist von dicht gedrängten rothen Blutkörperchen erfüllt. Hier und da sieht man, wie dies in der Figur 4 angedeutet ist, senkrecht zur Gefässwand verlaufende, zarte Bälkchen, welche den erwähnten Raum durchsetzen. Sieht man auf einem Schnitt dicht bei einander 2 Gefässquerschnitte, so kann man meist erkennen, wie hier mehrere Knoten zusammenfliessen.

Bezüglich der Kernmasse der Knoten sei schliesslich nur noch erwähnt, dass hier und da in ihr grosse zellige Gebilde liegen, die wohl die Bedeutung von Riesenzellen haben können, und dass an einzelnen Stellen auch noch Haufen von rothen Blutkörperchen in Spaltlücken der käsigen Masse liegen, welche gegen diese in keiner Weise scharf begrenzt sind.

Wenn dies das Hauptsächlichste des Befundes des Knotens selbst ist, so bliebe noch zu betrachten, wie sich der Knoten zur Nachbarschaft verhält, wie zu der Chorioidea, in die er eingelagert ist, und wie zur Sclera, der er aufsitzt. Schliesslich wären dann noch ganz besonders die Veränderungen der Netzhaut zu untersuchen, welche, wie eben erwähnt, bei der Augenspiegel-Untersuchung stark verändert gefunden wurde.

Wie oben schon bezüglich des makroskopischen Befundes gesagt wurde, so reicht der Knoten da, wo er am dicksten ist, nach aussen bis an die Sclera, dieser fest aufsitzend. Die

Sclera selbst ist erheblich verdickt, eine dellenförmige Ausbiegung hat sie unter dem Druck der aufsitzenden Geschwulst nicht erfahren. Der Knoten geht nicht in die Sclera über. Zwischen ihm und der Sclera sieht man deutlich eine scharfe Grenze. Nach der mikroskopischen Untersuchung wäre dem nur noch zuzufügen, dass die Sclera in dem Umfang des aufsitzenden Knotens zellig infiltrirt ist. Des Verhaltens der Sehnervenscheide wurde bereits oben gedacht.

Nach innen ragt der Knoten stellenweise bis an die innere Fläche der Chorioidea. In diese eingelagert, hat er bei seinem Wachsthum deren Gewebe auseinandergedrängt, so dass er an der höchsten Prominenz nur noch von der Glaslamelle überkleidet ist.

Das Pigment-Epithel liegt letzterer nur noch stellenweise in regelmässiger Anordnung auf. Hier und da fehlt es ganz oder ist lichter geworden, wieder an anderen Stellen sieht man die Pigment-Epithelzellen unregelmässig über einander gelagert. Dabei haben sie ihre regelmässige Form verloren und sind mehr rundlich. Viele erscheinen lichtbraun; es sind solche, die ihr Pigment zum grossen Theil verloren haben. Zahlreiche kleine Pigmentkörnchen sieht man in der Umgebung liegen.

Dem veränderten Pigment-Epithel sitzt zum Theil direct, zum Theil durch eine schmale Exsudatschicht von ihr getrennt die wohl erhaltene Schicht der Stäbchen auf, welche vielfach gefaltet ist.

Vielfach sieht man zwischen den Stäbchen durch Hämatoxylin intensiv gefärbte Rundzellen, Zellen, die — wie es scheint — im Begriff sind, von der Chorioidea herkommend, durch die Retina zu wandern. Die Richtung der Flüssigkeitsströmung (von Chorioidea nach der Retina) erkennt man auch aus der Anwesenheit von in die Retina geführten Pigmentkörnern.

Während nach aussen die Stäbchenschicht grossentheils mehr weniger fest mit dem Pigment-Epithel zusammenhängt, ist sie von der übrigen Netzhaut (die ihrerseits noch deutlich die einzelnen Schichten erkennen lässt), durch eine nicht unbeträchtlich dicke Exsudatmasse getrennt, welche sich aus einem engmaschigen Netzwerk von Gerinnungsfäden zusammensetzt, in das viele Rundzellen, sowie auch vereinzelt veränderte

Pigment-Epithelzellen eingeschlossen sind, welche durch die Stäbchenschicht hindurch hierher geführt worden sein müssen.

Was das Verhalten der übrigen Netzhaut betrifft, so zeigt diese — während die Stäbchenschicht nur leicht gefaltet ist — stärkere Faltungen, was sich aus ihrer stärkeren Verdrängung nach einwärts erklärt. Hier und da sind die Falten so steil, dass die beiden Schenkel eines Faltendurchschnitts sich mit der zugewendeten äusseren Fläche der äusseren Körnerschicht berühren, resp. nur durch eine dünne Exsudatschicht von einander getrennt sind.

Die Stäbchenschicht, wie überhaupt die äusseren Netzhautschichten, beginnt nicht am Rande der Papille, sondern erst in einigem Abstand von dieser, so dass nächst dem Papillenrand allein die Opticusfaserschicht über der Chorioidea, resp. dem Tuberkelknoten liegt. Die Opticusfaserschicht bietet dabei hier ein ganz eigenthümliches Aussehen.

Wie der Sehnerv durchweg stark infiltrirt ist, so auch die Netzhaut, deren Dicke bedeutend zugenommen hat. Diese Dickenzunahme betrifft wesentlich die Opticus-Ausbreitung.

Nächst dem Sehnerven-Eintritt, dem Tuberkelknoten dicht aufliegend, sieht man auf Schnittpräparaten ein ungemein zierliches Netzwerk in der Netzhaut. Die dasselbe zusammensetzenden Bälkchen verbreitern sich an den Knotenpunkten. An diesen Stellen liegen meist stark gefärbte Kerne. Es kommt in dieses Netzwerk dadurch eine gewisse Regelmässigkeit, dass in annähernd gleichen Abständen von einander senkrecht zur Netzhaut-Ebene gestellte stärkere Bälkchen es durchziehen, von denen dann die feineren Verästelungen ausgehen, die ihrerseits mit ihren letzten Zweigen mit den gleichen von einem benachbarten Radiärbälkchen sich vereinigen.

Während in dem Netzwerk nur vereinzelt Rundzellen liegen, nimmt deren Zahl nach aussen hin zu. Hier liegen sie zum Theil so dicht an einander, dass dadurch das Balkenwerk ganz verdeckt wird.

Was die dem grösseren Tuberkelknoten zunächst benachbarten Partien der Chorioidea betrifft, so ging die Hoffnung nicht in Erfüllung, hier kleine und kleinste eben in der Entwickelung begriffene Knötchen zu finden. Es waren diese an den Schnitten herausgefallen.

Die Chorioidea ist in einiger Ausdehnung um den Knoten stark infiltrirt. Ihre Gefässe waren sehr auffallend erweitert. Neben

den Rundzellen sah man noch andere, weit grössere Zellformen. Die Grösse dieser Zellen war die doppelte der Lymphkörperchen; ihre Form war mehr länglich und sie zeigten einen grossen, deutlichen, meist excentrisch gelegenen „bläschenartigen" Kern. Solche „epitheloide Zellen", wie sie um Entzündungsherde nicht selten gefunden werden, sah man bald vereinzelt, bald in Gruppen zusammenliegend.

In grösserer Entfernung von dem Knoten wurde die Chorioidea frei von gröberen Veränderungen gefunden.

Die Untersuchung der übrigen Theile des Auges, insbesondere auch des vorderen Abschnitts ergab nichts Abnormes, namentlich wurden keine Tuberkel mehr gefunden.

Nach dem mitgetheilten Befund handelt es sich um eine Tuberkelbildung in der Chorioidea. Bei einer Person, die auch anderweitig tuberkulös erkrankt war, finden wir einen grösseren Tuberkelknoten in der Aderhaut, der sich — und auf diese topographischen Verhältnisse ist Gewicht zu legen — aus einer grossen Zahl kleiner Knötchen zusammensetzt. Diese kleinen Knötchen sind gefässlos*) und zeigen centrale Verkäsung.

Die Besonderheiten des Falles sind sehr in die Augen fallend. Während bei der gewöhnlichen Form der Aderhauttuberkulose die Aderhauttuberkel — als (metastatische) Theil-Erscheinung einer über viele Organe ausgebreiteten Tuberkulose — sich meist in beiden Augen finden, meist zahlreich sind, gewöhnlich nur einen Durchmesser von etwas über 1 Mm. erreichen, sich, ohne dass es zu äusserlich sichtbaren Entzündungs-Erscheinungen kommt, entwickeln, das Sehvermögen nicht wesentlich zu alteriren scheinen, und bei der Spiegel-Untersuchung sich als kleine helle gelblich-weisse

*) Man sieht in ihnen nur die grossen präexistenten Chorioidealgefässe, um welche herum die Tuberkelbildung stattgefunden hat.

Flecke präsentiren, während an der Eintrittstelle des Sehnerven nichts Abnormes zu sehen ist, so entwickelte sich hier unter sehr heftigen, äusserlich sichtbaren Entzündungs-Erscheinungen (Chemosis), und unter Schmerzen in dem linken Auge ein einziger, aber ungewöhnlich grosser Tuberkelknoten. Mit seiner Entwicklung erblindete das Auge und zeigte ein ganz ungewöhnliches Augenspiegelbild.

Es liegt nahe, in dem solitären Chorioidealtuberkel etwas dem solitären Hirntuberkel Analoges zu sehen. Bei einem solchen Vergleich muss man sich nur dessen bewusst sein, dass damit für das Verständniss des Wesens der Affection nicht viel gewonnen ist, indem die Bedeutung der solitären Hirntuberkel zur Zeit in vielfacher Beziehung noch nicht hinlänglich klargelegt ist.

Im Hirn und Rückenmark findet man bekanntlich nicht selten grössere oder kleinere Tuberkelknoten. An frischen derartigen Knoten sieht man ringsherum um das käsige Centrum eine Zone kleiner Tuberkel. Werden diese wieder käsig, so bildet sich eine neue Schicht an, und so wächst der Knoten durch Apposition mehr und mehr. Das Conglomerat ist in seiner Wachsthumsperiode von einer weichen, röthlichen Schicht umgeben, in der sich zahlreiche verästelte Gefässe neuer Bildung verbreiten. Diese „zarte Bindegewebslage neuer Bildung stellt das Matriculargewebe für den jungen Tuberkelnachwuchs dar. Es handelt sich hier um eine Art von Encephalitis tuberculosa, als deren Product der Käseknoten sich darstellt."*)

Die Grösse dieser Knoten ist eine wechselnde, sie kann eine sehr beträchtliche werden. Indess bieten diese ganz grossen manche Schwierigkeiten der Unterscheidung von Gummigeschwülsten. „Die Berücksichtigung des

*) Virchow, Geschwülste, II, S. 659.

ganzen Befundes, namentlich der tuberkulöse oder syphilitische Befund der anderen Organe ist häufig nöthig zur Diagnose."

Dabei ist noch zu bemerken, dass es „Fälle von Hirntuberkel giebt, wo man geneigt sein möchte, noch eine dritte, besondere käsige Geschwulst zuzulassen."*)

Was die Aetiologie der Hirntuberkel betrifft, so ist diese in mancher Hinsicht unklar. Sehr häufig findet man bei diesen gleichzeitig Tuberkulose anderer Organe, aber „in der Mehrzahl der Fälle sind doch die Hirntuberkel so gross, dass sie als die Hauptherde erscheinen, und dass man annehmen muss, sie seien auch zeitlich den übrigen voraufgegangen. „Man kann nicht umhin, manche Fälle als primäre Hirntuberkulose aufzufassen (Virchow, II, 666)." „Man wird bei ihnen zu der Frage von den localen Veranlassungen gedrängt, und hier lässt sich die Möglichkeit traumatischer Ursachen nicht in Abrede stellen." In anderen Fällen können die Hirntuberkel als metastatische aufzufassen sein.

Man wird sich im einen Falle die Sache so vorzustellen haben, dass man annimmt, es entsteht eine circumscripte Entzündung und in der entzündlichen Neubildung kommt es unter dem Einfluss allgemeiner, constitutioneller oder localer Verhältnisse — welche letztere vielleicht durch die Entzündung selbst geschaffen sein können — zur Entwicklung der Tuberkel. Die Tuberkel zerfallen, es kommt zur Bildung eines Käseknotens. Während dem ist es in dem umgebenden Gewebe zur Bildung frischer, neuer Tuberkel gekommen. Indem auch diese zerfallen, wächst der käsige Knoten durch Apposition immer mehr und mehr. Die Art

*) Virchow, Geschwülste, II, S. 661. Rindfleisch hält manche Hirntuberkel für scrophulöse Affectionen.

seines Wachsens ist häufig auch später noch daran zu erkennen, dass man in dem Knoten eine concentrische Schichtung sieht.

Im anderen Fall kommt es, wie in anderen Theilen so häufig, so auch im Gehirn zu einer metastatischen secundären Tuberkelbildung, wobei das Blut wahrscheinlich der Träger der inficirenden Dinge ist. Das Auffallende ist hier nur, dass die Tuberkelbildung eine auf eine oder wenige Stellen (der sogenannte „solitäre" Tuberkel ist häufig nicht solitär, es finden sich oft mehrere nahe bei einander) beschränkte ist, was nicht gut mit der Vorstellung sich in Einklang bringen lässt, dass es das Blut ist, welches dem erkrankten Theil die inficirenden Dinge zuführt. Bei dieser Annahme lässt sich das Auftreten einer disseminirten Tuberkulose verstehen, oder auch das Auftreten von Tuberkel längs eines Gefässes; nicht gut aber das Auftreten von inmitten eines Organs gelegenen solitären Tuberkelknoten, wenn man nicht etwa annehmen will, dass es sich auch hier um eine auf die Ausbreitung eines kleinen Gefässbezirks beschränkte Tuberkelbildung handelt. Bei der Pia mater hat man es mit einem flächenförmigen Organ zu thun. Findet man hier Tuberkel auf das Verbreitungsgebiet einer Arterie beschränkt, so findet man sie auf eine mehr weniger grosse Fläche verbreitet. Findet man aber im Verbreitungsbezirk einer im Innern des Gehirns verlaufenden kleinen Arterie Tuberkel, so wird man sie mehr weniger dicht bei einander in einem mit dem Gefässbezirk sich deckenden Raum antreffen.

Im vorliegenden Fall war von einer syphilitischen Affection anderer Organe keine Spur nachzuweisen. Constatirt wurde eine Encephalomeningitis tuberculosa. Ob noch andere Organe tuberkulös erkrankt waren, bleibt dahingestellt, da äussere Umstände die Ausführung einer vollständigen Section unmöglich machten.

Wichtig wäre gewesen, zu erforschen, ob bei vollständiger Section nirgends im Körper ein älterer käsiger Herd zu finden gewesen wäre.

Für die Beurtheilung des Falls kommen drei Möglichkeiten in Betracht:

Entweder sind sowohl Hirntuberkel, wie Aderhaut- und Meningealtuberkel secundär, der primäre Herd liegt irgendwo sonst im Körper. Die eigenthümliche Anhäufung von Tuberkel auf einen engen Raum der Chorioidea (ganz entgegen der gewöhnlichen Verbreitung) würde nicht unbedingt einer solchen Auffassung im Wege stehen. In dem gewöhnlichen Aderhauttuberkel haben wir ja auch nicht eine Einheit; vielmehr setzt sich der kleinste Aderhauttuberkel aus einer grossen Anzahl kleinster Unterknötchen zusammen, er zeigt eine Anzahl von Anhäufungscentren, auch er ist ein Conglomerat. Es handelte sich hier demnach nur um eine der aussergewöhnlichen Grösse, nicht aber um eine dem Wesen nach von den gewöhnlichen Aderhauttuberkeln verschiedene Bildung. Das Auftreten eines solitären Knotens in der Aderhaut, der sich aus vielen Unterknötchen zusammensetzt, würde sich vielleicht in der Weise erklären, dass die Tuberkel (wie in manchen Fällen von Meningitis, s. o.) auf den Verbreitungsbezirk einer Arterie beschränkt sind.

Oder — als zweite Möglichkeit — die Hirntuberkel sind das Primäre. Von ihnen geht die Meningitis tuberculosa aus (Virchow, Geschwülste, II, 659) und auch die Entwicklung der Aderhauttuberkel.

Oder drittens, die Hirntuberkel sind primär, die Meningitis tuberculosa ist zu ihnen hinzugetreten, und ebenso ist auch der Tuberkelknoten in der Chorioidea als eine primär-tuberkulöse Affection anzusehen. Auf dem Boden einer circumscripten Aderhaut-Entzündung

ist es zur Tuberkelbildung gekommen, es würde sich darnach dann um eine ächte Chorioiditis tuberculosa und nicht um eine Tuberkulose der Chorioidea handeln.

Hirschberg, welcher den Fall schon kurz mitgetheilt hat,*) deutet den Befund im Sinne der dritten Möglichkeit. Es lässt sich hierfür zwar manches anführen, doch möchte ich mich nicht in gleichem Sinne bestimmt aussprechen. Einmal fehlt der Sectionsbefund über das Verhalten der übrigen Organe, der für die Beurtheilung des Falls von Wichtigkeit wäre, und dann darf man daraus, dass um den grossen Tuberkelknoten herum die Aderhaut in stark entzündlichem Zustand gefunden wurde, keine für eine derartige Auffassung etwa entscheidende Folgerung ableiten. Die Aderhautentzündung kann möglicherweise das Primäre gewesen sein, zum Boden der Tuberkelbildung geworden sein, auf der anderen Seite ist aber auch zu berücksichtigen, dass das metastatisch auftretende Tuberkelknötchen, der disseminirte Tuberkel, eine Entzündung der Umgebung hervorruft. Die Intensität und Extensität der Entzündung wird von der Zahl und von der dichteren oder weniger dichten Aneinanderlagerung der Knötchen und deren Beschaffenheit abhängen.

Nur noch eine Bemerkung sei zum Schluss gestattet; es betrifft dieselbe die Blutungen, deren in den Mittheilungen von Herrn Dr. Hirschberg Erwähnung geschieht. Es wurde bei dem Befund der anatomischen Untersuchung schon erwähnt, dass sich Blutextravasate auf der Innenfläche der Netzhaut fanden. Blutungen sind bekanntlich ein sehr gewöhnliches Vorkommniss

*) Centralbl. f. pract. Augenheilk., No. 2, 1877. und Deutsche Zeitschrift f. pract. Mediz., 1877, No. 7. — Auch schon auf dem Heidelberger Congress 1875 theilte H. den Fall kurz mit, im Anschluss an meinen Vortrag „Ueber metastatische Chorioiditis", kl. Mtsbl., S. 409.

bei tuberkulösen Affectionen. Was ihr Zustandekommen betrifft, so werden wesentlich zwei Umstände dafür verantwortlich gemacht, einmal die Drucksteigerung, die in einem Gefässbezirk auftreten muss, wenn sich an vielen kleinen Arterien perivasculitische Veränderungen etablirt haben, unter deren Entwicklung es zu einer Verengerung des Lumens kommt, — und dann auch die das Gefäss in allen seinen Schichten betreffenden Veränderungen, unter denen es schliesslich zur Zerstörung der Gefässwand kommt, welche Veränderungen ausführlich von Rindfleisch*) beschrieben werden.

Eines gelegentlichen Befundes sei hier nur noch gedacht. Er betrifft das Verhalten des Glaskörpers. An Schnittpräparaten sieht man gelegentlich Bilder, die für einen lamellösen Bau desselben sprechen können. Man sieht nämlich an Schiefschnitten treppenförmig sich absetzende Lagen mit zackigen Rändern. Auf den einzelnen Lamellen liegen verschieden gestaltige Zellen.

II. Fall.

Bei dem zweiten der mitzutheilenden Fälle handelt es sich um die gewöhnliche Form der Aderhauttuberkulose. Wenn hier der Befund der anatomischen Untersuchung derselben ausführlich mitgetheilt wird, so geschieht dies aus dem Grunde, weil bei Besprechung desselben auf mehrere Punkte eingegangen werden soll, die zum Theil das Verhalten der Tuberkelknoten selbst betreffen, zum Theil sich auf das Verhalten des die Tuberkel umgebenden Chorioidealgewebes beziehen.

Was den letzten Punkt betrifft, so soll nach der gewöhnlichen Angabe**) in solchen Augen, in denen als

---

*) v. Ziemssen's, Handb.

*) Auch Pagenstecher (Atl. der pathol. Anat., zu Taf. XII) giebt an, dass rechts und links von dem alle Schichten der Chorioidea einnehmenden Tuberkelknoten die Chorioidea wieder normale Verhältnisse annimmt. cf. Abbildung.

Theilerscheinung disseminirter Tuberkulose Aderhauttuberkel gefunden werden, die Chorioidea bis auf die Tuberkel selbst nicht verändert gefunden werden. Es basirt diese Angabe auf zahlreichen Untersuchungen, nach denen keine, resp. nur geringe Reizerscheinungen in der Nachbarschaft um die Tuberkel gefunden wurden. Es hat ein derartiges Verhalten auch an sich durchaus nichts Auffallendes, wenn es sich um Tuberkel handelt, die sich unter dem Einfluss von Reizen entwickelt haben, die, von anderswo herzugeführt, auf ganz bestimmte, beschränkte Stellen (der Gefässe) einwirkten. Nun findet man aber nicht immer, wie schon oben erwähnt wurde, dieses Verhalten. Es kommen alle Uebergänge von geringgradiger Reizung bis zu ex- und intensiver Infiltration der Umgebung der Tuberkel vor. Gerade der mitzutheilende Fall kann zum Beleg dessen dienen, dass um die Aderhauttuberkel der gewöhnlichen Form herum die Aderhaut in erheblich hohem Grad entzündlich infiltrirt gefunden werden kann. Es wird derselbe für uns dadurch in sofern wichtig, als neuerdings ein derartiger Befund fälschlich dahin gedeutet wurde, dass es sich hier um etwas Besonderes handle, nicht um Aderhauttuberkel von der gewöhnlichen Form, nicht um eine Tuberculosis chorioideae, sondern um eine Chorioiditis tuberculosa, worauf ich weiter unten noch einmal zurückkommen werde.

Was die Bedeutung einer solchen Infiltration der Chorioidea um die Tuberkelknötchen betrifft, so kommt für deren Zustandekommen zweierlei in Betracht, einmal, dass der sich entwickelnde Tuberkel einen Reiz auf die Umgebung gesetzt haben kann, und dann, dass der, wie man annimmt, durch den Blutstrom herzugeführte, Tuberkelhervorrufende Reiz sich nicht auf die allernächste Nähe des Gefässes beschränkte, sondern auch noch mehr weniger weit ins Gewebe hinein sich erstreckte. Bei letzterer Vorstellung be-

steht durchaus keine Schwierigkeit. Man kennt die Vorgänge, die bei der Tuberkelentwicklung an der Gefässscheide zu sehen sind. Man weiss, dass diese Stelle für die Entwicklung der Tuberkel eine ganz besonders wichtige ist. Man weiss ferner, dass die Gefässscheide nichts gegen das Gewebe Abgeschlossenes ist. Der Gefässscheidenraum ist der Anfang der vom Gefäss ins Gewebe führenden Bahnen. Gerade wie es in der Gefässscheide zur Tuberkel-Entwicklung kommt, so wird es, wenn von dem Gefässscheidenraum tuberkelerregende Reize ins Gewebe gelangt sind, auch dort zu solcher kommen. Es würde hier alsdann die secundärtuberkulöse Affection in Form einer tuberkulösen Infiltration auftreten.

Den Mittheilungen des Herrn Dr. Hans Adler in Wien, welcher den Fall zu Lebzeiten beobachtete, entnehmen wir folgende hauptsächlichste Daten:

„Die 20 Jahre alte Handarbeiterin Leopoldine Cikan war im Ganzen 14 Tage krank und starb am 23. April 1875 im Krankenhaus Wieden nach dem Protokoll der Prosectur an Tuberculosis miliaris hepatis, lienis, renum, intest. et mening. Als ich Patientin zum ersten Mal sah, am 22. April, fand ich die Pupillen beiderseits erweitert und Strabismus convergens alternans. Am linken Auge sah ich in der Gegend der Macula lutea 3 buttergelbe, über das Niveau der Netzhaut hervorragende rundliche, scharf begrenzte Knoten, 2 von Hirsekorngrösse, einer fast doppelt so gross. Sie stehen in dreieckförmiger Anordnung. Am nächsten Tag, dem Todestag, 15 Stunden nach der ersten Untersuchung, waren zwei neue Knötchen mittlerer Grösse in die Erscheinung getreten. Die Diagnose wurde auf diesen Befund hin auf Chorioidealtuberkel gestellt. Ob am anderen Auge auch welche vorhanden waren, weiss ich nicht anzugeben."

Das Auge wird in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet, und nachdem die Härtung vollendet, horizontal durchnitten. Form und Grösse sind normal. Cornea,

Linse, Iris und Netzhaut zeigen nichts Pathologisches. Der Glaskörper ist rein.

Erst nachdem man die Netzhaut abgehoben hat, sieht man in der Chorioidea mehrere kleine Knötchen, und zwar liegen diese nach aussen und oben von der Papille.

Form und Grössenverhältniss, sowie die Lage der Knötchen zu einander ist aus Fig. 5 zu ersehen.

Im Ganzen sind es 5 kleine Knötchen, von denen das grösste 3 Mm. lang ist, das nächst grössere einen Durchmesser von etwas über 1 Mm. hat, die 2 anderen etwa 1 Mm. im Durchmesser haben, und der kleinste etwa 0,75 Mm. Das grösste Knötchen liegt 4 Mm. vom Sehnerven-Eintritt, ist 3 Mm. lang und 1¼ Mm. breit. Bei genauem Zusehen zeigt es sich aus 2 kleinen zusammengesetzt, die aneinander stossen. In der Mitte eines jeden sieht man mit freiem Auge einen kleinen dunklen Punkt in einem hellen Fleck. Um diesen liegt eine dunklere Einsäumung und am weitesten nach aussen wieder eine helle graugelbe Zone, die in die normal aussehende Chorioidea übergeht. An den kleineren sieht man nur einen centralen dunklen Fleck mit hellem Hof, an dem kleinsten, (das nächst dem Sehnerven liegt), nur eine lichtere Stelle. Alle Knötchen, selbst die kleinsten, sieht man deutlich über die Innenfläche prominiren. Die Netzhaut, im Uebrigen normal, ist an den betreffenden Stellen über den Aderhautknötchen auf ihrer äusseren Fläche leicht uneben.*)

Geht man von der Stelle, wo im hinteren Bulbus-Abschnitt die Knötchen sitzen, gerade nach vorn, so findet man noch vor dem Aequator, nicht weit von der Ora serrata, 2 weitere kleine Knötchen von etwa 1 Mm. Durchmesser, welche ihrer Lage wegen bei der Augenspiegeluntersuchung nicht gesehen werden konnten.

Das Pigmentepithel liegt nirgends mehr fest der Chorioidea auf. In kleineren und grösseren zusammenhängenden Stücken

---

*) Leider gelang es später nicht, nach der Einbettung, die Netzhautschnitte gerade solcher Stellen wieder aufzufinden, da die Netzhaut an den Schnittpräparaten von der unterliegenden Aderhaut, resp. von den in dieser liegenden Tuberkelknoten abfiel, als die Schnitte in Schwefelkohlenstoff gelegt wurden.

bröckelt es ab, wenn man die Netzhaut von der Chorioidea abzuziehen versucht.

Was das feinere anatomische Verhalten der Knötchen betrifft und ihre Beziehung zu der Umgebung, so sieht man an durch die grösseren Knötchen gelegten mikroskopischen Schnitten, wie sie in die Chorioidea eingelagert sind und durch die ganze Dicke dieser reichen, wie sie gegen das Augen-Innere hügelförmig prominiren, und wie die Sclera dem Umfang des Tuberkels entsprechend eine seichte Vertiefung zeigt.

An vielen Schnittpräparaten erhält man ein Bild, wie es Fig. 6 wiedergiebt.

Etwas excentrisch, näher der Sclera als der Innenfläche, sieht man hier einen Gefässquerschnitt (a). Das Gefäss ist strotzend gefüllt und enthält dabei verhältnissmässig viel weisse Blutkörperchen. Die Gefässwand ist verdickt. Um dieselbe folgt ein gelblicher Hof (b). Ob die gelbliche Masse auch hier, wie im vorhergehenden Fall, aus dicht zusammengedrängt liegenden rothen Blutkörperchen gebildet wird, kann man nicht mit Bestimmtheit erkennen. In ihr sieht man einzelne intensiv gefärbte Zellen. Der Knoten lässt auf dem Durchschnitt ganz deutlich eine Schichtung erkennen. Die Schichten sind concentrisch zum Gefässquerschnitt. Dadurch, dass dieser nicht central liegt, sind dem entsprechend die einzelnen Zonen nach aussen schmäler als nach innen. Den grössten Theil der Knoten macht eine homogen erscheinende Masse (d) aus, die nur sehr gering gefärbt ist und sich aus im Zerfall begriffenen zelligen Elementen zusammensetzt. Die erwähnte Schichtung tritt einmal dadurch deutlich hervor, dass concentrische Faserzüge auf der Schnittfläche zu sehen sind, und dann auch dadurch, dass in den dadurch abgegrenzten Zonen noch wohlerhaltene Zellen in sehr wechselnder Menge liegen, die eine Zone sehr zellenarm ist, die andere viele intensiv gefärbte Zellen zeigt. Schon bei schwacher Vergrösserung sieht man auf diese Weise dunkler gefärbte Zonen mit nur ganz matt gefärbten abwechseln. Betrachtet man eine dunkler gefärbte Zone bei stärkerer Vergrösserung, so sieht man, wie hier die zelligen Gebilde nicht gleichmässig vertheilt sind, sondern eine ganz eigenthümliche Anordnung in der Art zeigen, dass die Zellen nesterweise zusammenliegen (bei c und e). Die Zellen sind gross, von mannichfaltiger Form und zeigen vielfach mehrere Kerne. Hier und da sieht

man unter diesen Zellen auch wohl ausgebildete Riesenzellen. An der Peripherie des Knotens sind ähnliche Zellnester. Rings um dieselben liegen solche, die sich von denen innerhalb des Knotens nur dadurch unterscheiden, dass sie grösser sind, und dass man an ihnen um den Mittelpunkt concentrisch verlaufende feine Faserzüge sieht.

Die Tuberkelknoten haben das Gewebe der Chorioidea verdrängt. Die pigmentirten Stromazellen fehlen an der meist nach innen prominirenden Stelle der Knötchen gänzlich, nach der Sclera zu besteht nur noch ein schmaler Zug. An den Seitentheilen zeigen sie eine leicht bogenförmige Richtung.

Die kleineren Tuberkel liegen mehr nach innen in der Chorioidea.

Die Gefässe der Aderhaut sind in grösserem Bezirk um die Tuberkelknötchen herum sehr erweitert und dabei strotzend gefüllt. Die Chorioidea ist in einem Umfang, der den Durchmesser der Knötchen etwa um das 10fache übertrifft, stark infiltrirt. Vorwiegend sieht man Rundzellen, daneben auch „epitheloide" Zellen mit grossem bläschenähnlichen Kern. Durch die Infiltration ist die Chorioidea um das Mehrfache verdickt.

Auch weit weg von dem Tuberkelknoten wird das Gewebe der Chorioidea nicht ganz frei von pathologischen Veränderungen gefunden, wie dies gewöhnlich angegeben wird.

Am besten erkennt man die Veränderungen an Flächenpräparaten. Einmal sieht man an solchen an vielen Stellen die bekannten perivasculitischen Veränderungen. Auf der Aussenseite der Gefässe liegen in der Gefässscheide eigenthümlich geformte grössere Zellen, die bald in beschränkter Zahl (Fig. 7) an der Seite des Gefässes sich finden, bald dicht gedrängt um das Gefäss herum angehäuft sind. Diese grossen Zellen sind meist rundlich und haben einen oder mehrere Kerne mit deutlichem, excentrisch gelegenem Kernkörperchen. Neben diesen grossen Zellen sieht man dann noch zahlreiche lymphoide Zellen. Theilungserscheinungen an den Kernen und an den Zellen der Adventitia sind nicht zu sehen. Einige der der Gefässwand aufliegenden Zellen zeigen Fortsätze. Ob die in der Gefässscheide liegenden Zellen aus farblosen Blutkörperchen hervorgegangen sind oder Abkömmlinge der Zellen der Adventitia sind, darüber geben die Präparate nicht hinreichend Aufschluss. Für ersteres könnte der Um-

stand sprechen, dass man alle Uebergangsformen von gewöhnlichen lymphoiden Zellen bis zu grossen mehrkernigen Bildungszellen neben einander sieht. Diese Zellanhäufungen an den Gefässen (und um die Gefässe) sind wohl als die ersten Anfänge der Bildung von Tuberkelknötchen zu betrachten.

Der Ansicht von Manz, nach welcher die die Tuberkelknötchen zusammensetzenden Zellen ihren Ursprung aus den Zellen der Adventitia nehmen, möchten wir auf die erhaltenen Bilder hin nicht unbedingt zustimmen, weil die gleichen zelligen Elemente sich aus Wanderzellen entwickeln können, welche Möglichkeit um so mehr im Auge gehalten werden muss, als durch Ziegler's experimentelle Untersuchungen derartige Uebergänge direct beobachtet sind. Auch wäre eins noch zu erwähnen. Die auf dem Gefäss liegenden eigenthümlichen (epitheloiden) Zellen scheinen eine nähere Beziehung zur eigentlichen Gefässwand zu haben als zur Adventitia, was man daraus wird schliessen dürfen, dass sie bei gering entwickelten perivasculitischen Veränderungen dichter der Gefässwand aufliegend gesehen werden, so dass stellenweise zwischen ihnen und der Adventitia ein kleiner Zwischenraum bleibt.

Sind an vielen circumscripten Stellen der Gefässwand derartige kleine Zellanhäufungen zu sehen, so sieht man sie an anderen Stellen über grössere Strecken der Gefässe verbreitet. Hat hierbei die Zellanhäufung eine gewisse Mächtigkeit erreicht, so sieht man dann, je nachdem sie das Gefäss rings umgiebt oder mehr nur nach einer Seite entwickelt ist, entweder mehr spindelförmige Verdickungen am Gefäss oder diesem einseitig aufsitzende Anschwellungen.

Was die sonstigen Veränderungen der Chorioidea betrifft, so sind die Zellen der Endothelhäutchen an vielen Stellen auffallend deutlich in ihrem Mosaik zu erkennen. Längs vieler Gefässe verlaufen sehr breite, wellig-streifige Faserbündel, auf denen grosse, mattgranulirte, ovale Kerne liegen. Ein Verhalten, das noch besonderer Erwähnung bedarf, ist, dass an Theilungsstellen von Gefässen zum öfteren in diesen Haufen dicht zusammenliegender weisser Blutkörperchen zu sehen sind. Solche Klumpen reiten dann gewissermassen auf der Theilungsstelle.

In der Suprachorioidea findet sich nichts Abnormes, ausser dass die Zahl der lymphoiden Elemente etwas vermehrt sein dürfte.

Die Gefässe der Choriocapillaris enthalten stellenweise

auffallend viel und auffallend grosse weisse Blutkörperchen, welche die von der gewöhnlichen Grösse um die Hälfte etwa übertreffen. Das Pigmentepithel ist zum grossen Theil abgefallen, da, wo es aufsitzen geblieben ist, sieht man alle Zellen in der Mitte auffallend licht.

Erwähnt sei noch, dass in den äusseren Schichten des Glaskörpers viele zellige Gebilde von der mannichfaltigsten Form sich fanden. Diese Zellen zeigten dann eine gewisse Regelmässigkeit der Anordnung. In der homogenen Grundsubstanz sah man in einigem Abstand von einander eine wechselnde Anzahl feiner, dabei deutlich doppeltcontourirter Fäden, (entweder handelt es sich wirklich um Fasern oder um senkrecht durchschnittene Lamellen), und zwischen diesen Fäden sieht man hinter einander gereihte Rundzellen. Nicht nur in dem peripheren Theil des Glaskörpers, auch im Innern desselben findet man derartige feine Fäden und zwischen ihnen sowie ihnen anliegend auch hier Rundzellen und Pigmentkörnchen, letztere gleichfalls mehr weniger deutlich in Reihen gestellt, der Richtung der feinen Streifen entsprechend.

Es musste eben der Veränderungen der übrigen Theile der Chorioidea um so ausführlicher gedacht werden, einmal weil, wie schon oben erwähnt, der vorliegende Fall dazu dienen kann, zu zeigen, dass die gewöhnlich gemachte Angabe, dass die Veränderungen der Chorioidea auf die Tuberkelknötchen beschränkt seien, in dieser allgemeinen Fassung einer Berichtigung bedarf, und dann auch deswegen, weil eine derartige, sich über eine grössere Fläche der Chorioidea erstreckende Infiltration, (wie sie auch im mitgetheilten Fall gesehen wurde, in dem es sich um eine über viele Organe verbreitete Miliartuberkulose handelte, von welcher die Aderhauttuberkulose Theil-Erscheinung war), in der Art gedeutet wurde, dass man sagte, es handle sich hier um etwas von der gewöhnlichen Aderhauttuberkulose Verschiedenes, es handle sich hier um eine „tuberkulöse Chorioiditis." In den von der tuberkulösen Chorioiditis befallenen Theilen der Ader-

haut sollen sich „isolirte Conglomerate von Zellen bilden, die alle Charaktere des miliaren Tuberkels besitzen."

Nach v. Wecker (Graefe-Saemisch, S. 645, mit Fig. 28 u. 29) soll sich die Tuberkulose der Chorioidea in zwei verschiedenen Formen der Beobachtung darstellen können. Die eine Art ist die der isolirten Knotenbildung, die andere die der Infiltration mit Tuberkelmasse mit Entwicklung von knotigen Vorsprüngen an der krankhaft verdickten Membran. v. Wecker bezieht sich hierbei auf die Untersuchungen von Poncet (Gazette méd. 1875, No. 7, p. 81). Dieser fand bei einem 32jährigen Soldaten, welcher an acuter Miliartuberkulose gestorben war, Aderhauttuberkel, um welche herum die Aderhaut in grosser Ausdehnung stark infiltrirt war. Poncet deutete diesen Befund als Chorioiditis tuberculosa, als tuberkulöse Infiltration, als eine Infiltration der Chorioidea mit Einlagerung von Tuberkel.

Vergleicht man die Abbildungen, welche Poncet von dem von ihm beobachteten Fall giebt, mit den von dem eben beschriebenen Fall erhaltenen Präparaten, namentlich mit solchen, welche von mehr peripheren Theilen der Knoten erhalten wurden, so findet man die grösste Uebereinstimmung. Weit entfernt bin ich aber deswegen, weil um die Tuberkel in grösserer Ausdehnung die Aderhaut infiltrirt gefunden wurde, anzunehmen, es handle sich im mitgetheilten Fall um eine Chorioiditis tuberculosa. Es handelt sich hier wie dort (bei Poncet's Fall) um acute Miliartuberkulose, die Aderhauttuberkulose ist Theilerscheinung dieser. Um die Tuberkel herum wurde hier wie dort die Aderhaut infiltrirt gefunden. Wodurch es zu einer solchen Infiltration kommen kann, davon war bereits oben die Rede. Will man in solchen Fällen, die nach unserer obigen Eintheilung in die Rubrik der secundären Tuberkulose

fallen, und bei denen die Umgebung der Tuberkel auf grössere Strecken infiltrirt gefunden wird, dieses Verhalten hervorheben, so kann dies durch einen passenden Zusatz geschehen. Den Namen Chorioiditis tuberculosa wollen wir aber für die primär tuberkulöse Affection reservirt wissen.

Was den Befund der Untersuchung des anderen Auges betrifft, so sei in Betreff dieses nur bemerkt, dass makroskopisch sichtbare Tuberkel hier nirgends gefunden wurden, dass durch die mikroskopische Untersuchung aber vielfach an den mittleren und kleinen Chorioidealgefässen perivasculitische Veränderungen nachgewiesen werden konnten.

III. Fall.

Wiederum ganz verschieden ist der dritte der zu beschreibenden Fälle.

Am 15. April 1876 wurde der 51jährige Taglöhner Carl Seitz aus Waldleiningen in die Heidelberger Augenklinik aufgenommen.

Am rechten Auge besteht Cataract lentic. mit erheblicher Kapselcataract. Projection und Lichtempfindung sind gut. In Betreff der Entstehung der Cataract hören wir, dass Patient vor etwa 18 Jahren beim Felsensprengen eine schwere Verletzung erlitten habe. Er wurde bei einer Explosion in die Luft geschleudert, habe damals etwa 14 Tage ganz bewusstlos dagelegen, und als er nach und nach wieder zu Bewusstsein gekommen sei, bemerkt, dass er nichts sah. Am linken Auge besserte sich allmählig das Sehvermögen wieder soweit, dass er mit diesem nach einiger Zeit wieder ebenso gut sah als früher, am rechten Augen blieb das Sehen verloren. Kürzlich hat Patient eine Pneumonie überstanden. Während dieser Krankheit sah er stets noch gut, erst seit 14 Tagen bemerkt er, dass er auch mit dem linken Auge schlecht sieht. Das Auge thränte und schmerzte, Patient band rohes Fleisch auf, und unter dieser Behandlung ist es jetzt zur Entwicklung zahlreicher, kleiner, meist peripherer Hornhautgeschwüre gekommen. Auch abgesehen von den Geschwürsstellen ist die Hornhautoberfläche nicht glatt. Sie erscheint fein gestichelt. Die Iris ist verfärbt. Die enge

Pupille wird auf mehrmaliges Einträufeln von Atropin nicht weit. Die Iritis könnte bei der unzweckmässigen Behandlung zu der Keratitis hinzugetreten sein. Der Nachweis von grossen Glaskörpertrübungen deutet aber auf eine tiefere Erkrankung des Auges hin.

Unter der Behandlung mit warmen Ueberschlägen und Atropin reinigen sich die Hornhautgeschwüre. Die Pupille wird dabei nicht weit. Es bestehen sehr zahlreiche hintere Synechien.

Am 27. April sieht man nach unten aussen ein kleines gelbliches Knötchen in der Fläche der Iris. Bei der Angabe des Patienten, dass er in früheren Jahren einmal an einem ulcus penis behandelt worden sei, lag der Verdacht nahe, dass es sich hier um eine specifische Affection handele, (gegen eine solche Annahme sprach freilich, dass nie Secundärerscheinungen aufgetreten sein sollen). Es wurde auf diese Möglichkeit hin eine Inunctionskur eingeleitet.

Der Verdacht musste fallen gelassen werden, als unter der mercuriellen Behandlung sich immer mehr ähnliche Knötchen in der Iris entwickelten,*) die bestehenden sich nicht zurückbildeten, sondern immer grösser wurden, und dann auch viele der Knötchen an Stellen auftraten, an denen die Gummata für gewöhnlich nicht sitzen,**) das ist an der peripheren Irisregion, wo sie, wie es schien, aus den Maschen des Ligamentum pectinatum hervorwuchsen.

---

*) Dass dies ausnahmsweise bei syphilitischer Iritis vorkommen kann, beweist ein Fall, der unlängst in unserer Klinik zur Beobachtung kam: Margarethe Miltenberger, 23 Jahre alt, aus Steinbach, wurde am 11. Februar 1876 wegen einer Iritis gummosa aufgenommen. Die Iritis hatte sich entwickelt, nachdem Patientin kurz vorher einen Ausschlag über den ganzen Körper hatte. Während der zweiten Tour Einreibungen (jede Tour zu 6 Einreibungen mit je 2 Gramm Ungt. ciner.) kam es zur Entwicklung eines neuen Gummiknotens. Unter weiter fortgesetzten Einreibungen verschwanden die Gummata vollständig

**) Die Gummata sitzen meist nahe dem Pupillarrande. „Wir erinnern uns kaum je eines Falls, wo der gummöse Knoten in der Irisfläche in einiger Entfernung von den Rändern dieses Diaphragma's sich entwickelt hat." (v. Wecker, Graefe-Saemisch-sches Handb., Seite 495.) — Ausser bei Syphilis sah Arlt (Handb. II

Mit wenigen Worten müssen wir auf die klinische Bedeutung des vorliegenden Falls eingehen. Um was für eine Affection handelt es sich? Bei einem ohnehin nicht besonders kräftigen Individuum, das zudem durch eine unlängst überstandene Pneumonie noch mehr heruntergekommen war, entwickeln sich ohne bekannte äusserliche Veranlassung die Erscheinungen einer Iritis, es treten Glaskörpertrübungen auf, das Sehen verfällt, in der geschwellten Iris bilden sich Knötchen. Unter einer eingeleiteten Schmierkur bilden sich diese nicht zurück. Von dem Ligamentum pectinatum ausgehend, entwickeln sich immer mehr solcher Knötchen. Dem Sitze nach (zum grossen Theil vom Ligamentum pectinatum ausgehend) und dem Aussehen nach (gelblich-weisse Massen) unterscheiden sie sich von Gummata. Patient hatte kurz vorher eine Pneumonie überstanden, er sieht elend aus, er hustet auch jetzt noch und hat starken Auswurf. Es liegt die Vermuthung nahe, anzunehmen, dass Patient Phthisiker ist, und dass die Augenaffection in ihrer Eigenart vielleicht mit dem Allgemeinleiden in Zusammenhang stehe.

Eine mehrmalige, genaue Untersuchung des Patienten, besonders der Brust-Organe, die von Herrn Prof. Erb und von Herrn Dr. Schultze vorgenommen wurde, giebt aber keinen Anhaltspunkt für eine derartige Annahme.

Es wurde die Diagnose auf Granulom der Iris ge-

S. 66) den Gummata ähnliche Knötchen in der Iris in zwei Fällen, bei denen vom Ciliarrande der Iris ausgehende Exsudatknoten so gross wurden, dass sie endlich nicht nur die vordere Kammer aufhoben, sondern auch den angrenzenden Theil der Sclera und Cornea auswärts drängten. Ein Einschnitt belehrte, dass die Masse consistent und derb, speckähnlich war. Die Masse wurde resorbirt und der Bulbus schrumpfte.

stellt, mit welcher Bezeichnung wir einen vorzugsweise klinischen Begriff zu verbinden haben. Wir verstehen darunter eine Neubildung, welche einerseits nicht die Ausgänge der gewöhnlichen entzündlichen Neubildung nimmt und andererseits auch nicht, wie sarcomatöse Neubildungen, ein unbegrenztes Wachsthum hat. Die Neubildung, von einer mehr weniger grossen, begrenzten Stelle der Iris ausgehend, wächst mehr und mehr. Durch Confluenz mehrerer Knoten wird ein grösserer oder kleinerer Theil der vorderen Kammer ausgefüllt. Es kommt zur Ulceration der Hornhaut, „und nun wuchert aus dem Auge eine höckerige, schwammig-blassrothe oder „gelbliche Geschwulst." Nachdem diese oft längere Zeit zu Tage gelegen hat (zu Blutungen geneigt), „schrumpft sie mit gleichzeitiger, mehr oder weniger ausgesprochener Phthisis des Bulbus ein."*) (v. Wecker, l. c., S. 550). Geht dabei auch der betroffene Bulbus phthisisch zu Grunde, so ist die Neubildung doch insofern als eine benigne anzusehen, als sie sich spontan rückbildet, in sich selbst die Bedingungen zu narbiger Schrumpfung trägt.

---

*) Die Litteratur über Granulom ist von v. Wecker (Graefe-Saemisch, IV, 2, S. 548) zusammengestellt. 1) Maitre Jean 1711. 2 u. 3) Saunvers 1816. 4) Ritterich 1827. 5) Lawrence 1826. 6) Rosas. 7) Sichel. 8) Prael sen. Bei allen den von diesen Autoren mitgetheilten Fällen fehlt der patholog.-anatom. Befund. In den weiteren Fällen ist derselbe zum Theil angegeben. 9) v. Graefe (Arch. f. Ophth. 1860). 10) ibid. 1866. 11) Mooren 1867. 12) Schelske 1870, Handb. 13) Hirschberg und Steinheim in Knapp's Arch. 1870. 14) Berthold 1871. 15) Hirschberg in Virchow's Archiv 1874. 16) Knapp, die intraocularen Geschwülste. Hinzuzufügen wäre dieser Zusammenstellung, dass v. Chelius (Handb.) eine eingehende Beschreibung von einer Affection giebt, die wohl als Granulom aufzufassen ist. Aus der neueren Literatur wäre noch hinzuzufügen: Becker's Atlas, II. Lief., S. 36, Schnütgen, Inaugural-Dissert., Bonn 1872, und Emmert, Correspondenzbl. f. Schweizer Aerzte, p. 128, 1873.

So sieht man das zweite zur Beobachtung kommende Knötchen nur erst dann, wenn man ganz von oben herein in das Auge sieht. Aus dem unteren Falz der vorderen Kammer ragt dasselbe hier wie eine kleine Geschwulst hervor.

Aus dem Ligam. pectinat. wucherten von unten her dann immer mehr Knötchen hervor. Diese wurden grösser und verschmolzen dabei zum Theil. Als sie so gross geworden waren, dass sie der Rückwand der Hornhaut anlagen, sah man eine speckige, gelblich-weisse Masse im unteren Theil der vorderen Kammer liegen, in der keine Gefässe zu erkennen waren. Das Aussehen der Geschwulstmasse war jetzt ein ganz verschiedenes von dem eines Gumma.

Nicht nur im unteren Abschnitt des Auges, auch nach aussen und nach aussen oben entwickelten sich, theils aus der Fläche der Iris steil aufsteigende, theils ganz von der Irisperipherie hervorwuchernde Knötchen.

Währenddem sich die Knötchen entwickelten, bestand starke Ciliarinjection. In der Pupille sah man eine graue Masse. Die Cornea war durchweg matt, in der Tiefe sah man bei seitlicher Beleuchtung zahlreiche graue Punkte und Flecken. Von der Conjunctiva bulbi gingen zahlreiche sehr feine Gefässe in die Cornea. In der Conjunctiva bulbi sah man nach unten und innen eine Anzahl ganz kleiner halbdurchscheinender Pünktchen von kaum Stecknadelkopfgrösse. Das Sehen verfiel mit der Entwicklung der Knötchen immer mehr und mehr. Ende Mai bestand nur noch quantitative Lichtempfindung.

Wenn Anfangs nur geringe und nur vorübergehende Schmerzen bestanden, so steigerten sich dieselben mit der Zeit; und als es Mitte Juni nach unten und aussen zu einer buckelförmigen Vortreibung der Sclera kam, die im Laufe weniger Tage rasch an Grösse zunahm und sich zuspitzte, wurden die Schmerzen so heftig und unerträglich für den Patienten, dass dieser sich zur Enucleation des ohnehin nahezu vollständig erblindeten Auges entschloss, die am 21. Juni von Herrn Prof. Dr. Becker vorgenommen wurde. Der enucleirte Bulbus wurde in Müller'sche Flüssigkeit gebracht.

Wenn im vorliegenden Fall, wie oben erwähnt, die in der vorderen Kammer liegende Geschwulstmasse ein speckiges, weisslich-gelbes Aussehen hatte, was

freilich nicht mit der Vorstellung von dem Aussehen einer granulationsähnlichen Geschwulst übereinstimmt, so muss hier doch bemerkt werden, dass bezüglich der Grunulationsgeschwulst angegeben wird, dass sie oft eine gelbliche Farbe hat. Durch die „hellgelbe, fast weisse Farbe der Neubildung" und den Mangel an Gefässen würde der vorliegende Fall wohl mit dem von Perls beschriebenen Fall einer tuberkulösen Iritis übereinstimmen. Da dort aber auch noch anderweitige tuberkulöse Affectionen (Lungendämpfung u. s. w.) nachweisbar waren, hier aber (trotz besonders darauf gerichteter Untersuchung) nicht, so wurde doch bei der Neuheit des Falls Anstand genommen, die Augen-Affection als eine tuberkulöse zu betrachten. Der anatomischen Untersuchung blieb erst der Nachweis vorbehalten, dass es sich in der That um eine tuberkulöse Erkrankung handelte.

Was den weiteren Verlauf des Falls betrifft, so sei hier, der Vollständigkeit wegen, nur kurz erwähnt, dass die Heilung nach der Enucleation ganz normal verlief, und dass Ende August an dem linken Auge die Cataract mit gutem Erfolg extrahirt wurde.

Der Fall gewann noch dadurch ein weiteres Interesse, dass sich Anfang November am Unterkieferwinkel auf der Seite des enucleirten Auges eine Geschwulst zeigte, die möglicherweise eine geschwellte Lymphdrüse sein konnte, welche secundär in gleicher Weise erkrankt war. Die Geschwulst wurde exstirpirt und konnte anatomisch untersucht werden. Wir werden weiter unten auf den Befund der Untersuchung dieser Geschwulst zurückkommen.

Was den Befund der Untersuchung des enucleirten Auges betrifft, so wurde der in Müller'scher Flüssigkeit gehärtete Bulbus schräg der Art durchschnitten, dass der Schnitt durch die höchste Stelle der nach unten aussen an der Corneo-Scleralgrenze gelegenen Prominenz ging. Der Schnitt verlief demnach von oben innen nach

unten aussen. Die Fig. 8 stellt das Bild der Schnittfläche dar.

Was die erwähnte vorgebauchte Stelle betrifft, so sieht man auf der Schnittfläche hier den continuirlichen Uebergang der Sclera in die Cornea unterbrochen. Beide stehen hier etwas von einander ab. Sowohl das corneale Endstück, als auch das sclerale zeigen gegen die Unterbrechungsstelle hin eine Anschwellung. Der Zusammenhang zwischen Cornea und Sclera ist einzig und allein durch einen nach aussen gelegenen Bügel hergestellt, welcher, direct in die äusseren Lagen der Sclera übergehend, die Diastase der inneren Schichten überbrückt.

In der Concavität dieses Bogenstücks liegt die Iris und das Corpus ciliare hineingezogen. Ein Theil der Prominenz ist auf Rechnung der beträchtlichen Schwellung der Conjunctiva zu setzen.

Die Sclera ist in der Umgebung der Prominenz beträchtlich verdickt.

Das geschwellte Corpus ciliare sieht man von zahlreichen gelben Zügen durchsetzt. An seiner inneren Fläche liegen gelbliche Massen, die einerseits nach vorn bis zur hinteren Irisfläche reiehen, andererseits nach hinten schalenförmig die Linse umgeben, so dass diese ganz in eine Exsudatmasse eingebettet ist (auch in der Pupille sieht man ihr eine graugelbe Masse aufliegen).

Die Iris ist knollig verdickt. Die einzelnen, die Geschwulst zusammensetzenden, Knötchen springen ein wenig gegen die hintere Kammer vor, stärker gegen die vordere. Auf der einen Seite der Schnittfläche, auf derjenigen, welche dem Abschnitt nach unten aussen entspricht, liegt auf der vorderen Irisfläche eine Exsudatmasse, welche bis an die Rückwand der Hornhaut reicht.

Chorioidea und Retina sind gleichfalls etwas verdickt, dabei nirgends abgehoben. An der Retina sieht man mit freiem Auge an einzelnen Stellen kleine knotige Verdickungen.

Die auffallendste Veränderung betrifft im hinteren Abschnitt des Auges die Stelle des Sehnerven-Eintritts. Während der Sehnerv selbst ein ganz normales Aussehen hat, springt der geschwellte Sehnervenkopf weit in den Glaskörperraum vor in Gestalt einer graugelben, kegelförmigen Masse, die den Papillenrand allseitig breit übergreift und an der Basis einen

Durchmesser von nahezu 6 Mm. hat. Diese Masse ist nicht homogen; man sieht in ihr abwechselnd hellere und dunklere Stellen. Die Höhe der kegelförmigen Geschwulst beträgt etwa 2—3 Mm., ihre Richtung fällt in die der Sehnerven-Axe.

Von dem Gipfel aus gehen Eiterzüge in den Glaskörper, und zwar zuerst direct nach vorn. Sobald sie etwa die Mitte des Glaskörpers erreicht haben, verändern sie ihre Richtung und strahlen gegen das Corpus ciliare aus. In toto bilden sie somit einen Trichter, der im Glaskörper liegt, und dessen Basis dem Corpus ciliare zugekehrt ist.

Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man zunächst, was den vorderen Bulbus-Abschnitt betrifft, an der Cornea zahlreiche, ganz oberflächlich verlaufende kleine Gefässe, und auch in der Substanz dieser vereinzelte solcher. Die Conjunctiva ist geschwellt und stark infiltrirt, ihre erweiterten Gefässe sind strotzend gefüllt. Die Iris ist durchweg erheblich verdickt und zeigt an einzelnen Stellen noch besonders hervorspringende Knoten. Letztere ragen weit nach vorn gegen die Cornea, berühren diese selbst an einigen Stellen. Zwischen vorderer Fläche der Iris und Rückwand der Hornhaut sieht man eine ausgedehnte Exsudatmasse, in der zahlreiche Eiterkörperchen eingeschlossen sind (siehe Fig. 9).

Die Iris ist durchweg stark zellig infiltrirt. In das infiltrirte Irisgewebe sind Haufen von grösseren zelligen Gebilden eingelagert, welche um so deutlicher hervortreten, als die pigmentirten Stromazellen der Iris bogenförmig diese Zellennester umgeben. Diese Zell-Anhäufungen ihrerseits — und ist dies wichtig, hervorgehoben zu werden — sind selbst wieder aus vielen kleinen Unter-Abtheilungen zusammengesetzt. Das Centrum dieser letzteren bildet vielfach eine Riesenzelle. Um diese herum liegen grosse eckige Zellen mit einem oder mehreren Kernen. Während an vielen Stellen dieses Conglobirtsein aus vielen kleinen Unterknötchen sehr deutlich hervortritt, sind an anderen Stellen die Knötchen so innig mit einander verschmolzen, oder die sie zusammensetzenden Zellen so degenerirt, dass es nicht mehr gelingt, in den grösseren Knoten das Conglomerat zu erkennen.

Auf der Rückfläche der Iris liegt ein Exsudat, welches den ganzen Raum zwischen Iris, Corpus ciliare und Linse

ausfüllt und sich nach rückwärts nach dem hinteren Linsenpol zu fortsetzt.

Das Corpus ciliare wird in ähnlicher Weise verändert gefunden, wie die Iris. Es ist durchweg stark infiltrirt und dadurch ums Mehrfache verdickt. Die Faserzüge des Ciliarmuskels sind wie auseinander geworfen, und die Zwischenräume mit Rund-Zellen erfüllt. Die Ciliarfortsätze sind langgestreckt und gehen nahe der hinteren Irisfläsche weit nach innen gegen die Augen-Axe. Der Pigment-Ueberzug fehlt denselben vielfach ganz, durchweg ist derselbe verändert. Die Pigmentzellen sind mehr kugelig oder langgestreckt und haben ihr Pigment zum grossen Theil (hier und da ganz) verloren; das Pigment liegt in Form kleiner Körnchen reihenweise oder vereinzelt zwischen den langausgezogenen Zellen der Pars ciliaris retinae oder noch weiter nach innen in einer neugebildeten Gewebsmasse, welche der Innenfläche des Corpus ciliare aufliegt.

Das Aussehen dieser letzterwähnten Gewebsmasse ist ein sehr verschiedenes. An einigen Stellen sieht man ein feinfaseriges Gewebe mit in Längsreihen stehenden Zellen, die Fasern verlaufen parallel der Innenfläche des Corpus ciliare; an anderen Stellen ist die Richtung der Fasern eine zu dieser senkrechte, wieder an anderen Stellen sieht man nicht eine faserige, sondern eine fast rein zellige Masse. Weiter nach innen, nach dem Glaskörper zu, werden die Zellen immer spärlicher. Das neugebildete Gewebe hängt innig mit dem Corpus ciliare zusammen, hier und da sieht man Gefässe von letzterem direct in dasselbe eingehen.

Sowohl in dem Corpus ciliare, als auch in der erwähnten, auf der Innenfläche desselben liegenden, Masse liegen, wie in der Iris, zahlreiche Zellnester der oben beschriebenen Art. Auch hier sieht man vielfach in dem Centrum der Zell-Anhäufungen Riesenzellen,*) um diese herum epitheloide

*) Eines besonderen Verhaltens mancher Riesenzellen muss hier Erwähnung geschehen. Die meisten derselben sind rundlich oder oval und haben sehr zahlreiche wandständige Kerne. Fortsätze sieht man nur bei wenigen. Sieht man welche, so sind diese meist kurz und zart. In der Mitte mancher dieser Riesenzellen sieht man nun auffallender Weise einen dunklen Ring resp. eine dunkle Scheibe, die aus zahlreichen feinen braunrothen Pigmentkörnchen

Zellen. Es kommen diese Zell-Anhäufungen hier vorzugsweise an zwei Stellen vor, einmal in den Ciliarfortsätzen und dann in der Pars plana corporis ciliaris.

Die Maschen der Suprachorioidea sind auseinander gedrängt und werden von dicht bei einander liegenden Zellen erfüllt. Durch die infiltrirte Supra-Chorioidea sind Sclera und Chorioidea fest mit einander verlöthet.

Auch die Sclera ist durchweg geringgradig infiltrirt. Sehr auffallende Veränderungen sieht man an ihr nächst der Perforationsstelle. Die Perforationsstelle liegt an der Corneo-Scleralgrenze, etwas vor der Insertionsstelle des Ciliarmuskels. Sowohl das corneale, nach der Perforationslücke sehende, Endstück, als auch das sclerale, ist kolbig angeschwollen, mit Rundzellen stark infiltrirt. Die Infiltration betrifft die Sclera in einer grösseren Strecke nach rückwärts und ist dabei der Art, dass sie in den äusseren Schichten derselben weiter nach rückwärts reicht, als in den inneren. Corpus ciliare und Iris sind in die Perforationsstelle hineingezogen. Gerade an dieser Stelle zeigen diese Gebilde ganz besonders entwickelte Veränderungen. Gerade hier sieht man in das stark infiltrirte Gewebe sehr zahlreiche grössere und kleinere Knötchen eingelagert. Die auf der Innenfläche des Corpus ciliare aufsitzende Neubildung hat hier ihre grösste Mächtigkeit.

Was die Veränderungen im hinteren Bulbus-Abschnitt betrifft, so zeigt die mikroskopische Untersuchung, dass die weit ins Augen-Innere ragende Prominenz des Sehnervenkopfes durch eigenthümliche Veränderungen bedingt ist, die sich hier in der Opticusfaser-Ausbreitung etablirt haben. Der Sehnervenkopf ist durch Verdickung der Faserschicht geschwellt, letztere reicht rings um das Foramen sclerot. nach aussen bis an die Chorioidea. Pigment-Epithel und äussere Netzhautschichten sind dadurch vom Rande der Papille abgedrängt. Die Netzhaut ist um die Papille herum abgehoben. In Folge der Netzhaut-Ablösung und der Abdrängung der äusseren Netzhautschichten vom Rande der Papille, zeigen sich letztere gefaltet. Zwischen

---

gebildet wird. Dieser Ring liegt auf der Riesenzelle, er bedeckt die Mitte derselben, und ihn umfassen die wandständigen, durch Hämatoxylin intensiv gefärbten Kerne, die in toto einen äusseren Ring bilden.

abgehobener Netzhaut und Chorioidea liegt eine geronnene Exsudatmasse (siehe Fig. 10).

Bei Mittheilung des makroskopischen Befundes wurde schon erwähnt, dass in der an der Eintrittsstelle des Opticus sitzenden Geschwulstmasse hellere, rundliche Stellen in einem dunkleren Grundgewebe zu sehen sind. An feinen Schnittpräparaten, namentlich an solchen, die mit Hämatoxylin gefärbt sind, tritt dieses Verhalten noch sehr viel deutlicher hervor. Man sieht den stark infiltrirten Sehnervenkopf von rundlichen Gebilden durchsetzt, welche sich dadurch, dass sie durch Hämatoxylin nur sehr gering gefärbt worden sind, deutlich von der Umgebung abheben.

Im Centrum erscheinen die grösseren derselben nur ganz matt gefärbt, das lichtere Centrum ist von einem dunkel gefärbten Ring umgeben. Bei den kleineren ist das lichtere Centrum nur wenig deutlich oder fehlt ganz. In dem lichteren, centralen Theil sieht man sehr gewöhnlich eine (oder mehrere) runde oder ovale Riesenzelle mit massenhaften wandständigen Kernen, daneben ganz im Zerfall begriffene Zellen, zwischendurch nur ganz vereinzelt wohl conservirte Zellen liegen. An manchen Stellen macht es den Eindruck, als ob im Zerfall begriffene Zellen, deren unregelmässig eckiger Contour nur mehr schwach angedeutet ist, deren Kerne aber deutlich gefärbt sind, zusammengebackt wären. In der intensiver gefärbten Randzone sieht man vorwiegend dicht gedrängte lymphoide Elemente, zwischendurch auch einzelne Zellnester, in deren Mitte eine Riesenzelle liegt, die von grossen ein- und mehrkernigen eckigen Zellen umgeben ist.

Durch die Einlagerungen verdrängt, sieht man die Opticusfasern bogenförmig um diese laufen.

Ist der centrale Zerfall, die Verkäsung, noch nicht sehr weit vorgeschritten, so erkennt man an den Knötchen, wie sie, (wie auch im vorderen Bulbus-Abschnitt,) aus zahlreichen kleinen Unterknötchen zusammengesetzt sind. Es liegen diese Knötchen am massenhaftesten im Sehnervenkopf; man findet sie aber auch in dem Sehnerven während seines Verlaufes durch den Scleroticalkanal, sowie auch in mehr peripheren Theilen der Netzhaut.

Die Netzhaut hat an manchen Stellen ein nahezu normales Aussehen, an anderen sieht man in ihr die erwähnten Einlagerungen. Wo dies der Fall ist, liegen die letzteren

namentlich in deren äusseren Schichten, vorzugsweise in den Körnerschichten und in der Zwischenkörnerschicht. Viele dieser Einlagerungen reichen nach aussen bis an die Chorioidea. An solchen Stellen sind Netzhaut und Aderhaut fest mit einander verwachsen. Zwischen zwei derartigen Verwachsungsstellen ist wohl gelegentlich dann die Netzhaut abgelöst. Die abgehobene Netzhaut hat sich dabei, indem das betreffende, zwischen den zwei fixen Punkten liegende Bogenstück mit der Abhebung sich der Sehne zu nähern stebte, gefaltet.

An manchen solcher Stellen, an denen Netzhaut und Aderhaut mit einander verwachsen sind, und sich die beschriebenen Knötchen finden, sind letztere zweifelsohne nicht von der Netzhaut, sondern von der Chorioidea ausgegangen und in die Netzhaut hineingewachsen. An solchen Stellen sieht man mit breiter Basis der Chorioidea aufsitzende Massen, die hügelförmig gegen und in die Retina prominiren. Die sie zusammensetzenden Zellen haben ganz das gleiche Aussehen wie die an den anderen Stellen.

Neben den Einlagerungen in den äusseren Netzhautschichten sieht man auch in der innersten Schicht, in der Faserschicht, und zwar meist nahe. der Innenfläche, Haufen von auffallend grossen Zellen, welche leicht gegen den Glaskörper prominiren.

Ein ganz eigenthümliches Aussehen zeigen einzelne der Innenfläche der Chorioidea flach aufsitzende, hügelförmige Massen von granulirtem Aussehen. An Schnittpräparaten sieht man nämlich solche deutlich der Elastica aufsitzen und zum Theil von den durch sie abgedrängten Pigment-Epithelzellen bedeckt. Ob diese hügelförmigen Massen aus zelligen Elementen zusammengesetzt sind, ist nicht mit Bestimmtheit zu erkennen, doch macht es vielfach diesen Eindruck. Das Pigment-Epithel ist nirgends mehr normal. Die Pigment-Epithelzellen haben eine mehr rundliche Form, viele von ihnen sind nur noch sehr schwach pigmentirt. Einzelne derselben sieht man ein Stück weg von der Innenfläche der Chorioidea, in dem zwischen Netzhaut und Aderhaut befindlichen Exsudat liegen.

In Betreff des Verhaltens der übrigen Chorioidea sei nur noch bemerkt, dass diese durchweg stark infiltrirt ist. An manchen Stellen liegen die Rundzellen so dicht, dass sie

grössere Haufen bilden, die, indem sie sich durch Hämatoxylin dunkler gefärbt haben als die Umgebung, schon bei schwacher Vergrösserung sehr in die Augen fallen.

Betrachtet man die Chorioidea von der Innenfläche, so sieht man sie übersät mit zahlreichen kleinen, meist nahezu runden gelblichen Flecken (am ungefärbten Präparat), die von einem dunklen Hof umgeben sind. Nach der Färbung mit Hämatoxylin erscheinen die vorher gelblichen Flecke dunkel blau.

Da, wo die Fläche frei von den erwähnten Flecken ist, findet man das Pigment-Epithel von annähernd normalem Aussehen. Nach den rundlichen Flecken zu geht allmälig die regelmässige Polygonalzeichnung verloren, die Pigment-Epithelzellen sind mehr rund und dabei auffallend dunkel pigmentirt. Solche Zellen liegen sehr dicht gedrängt bei einander und bilden einen dunklen Ring um die gelblichen Flecke. Inmitten der letzteren sieht man nur vereinzelte Pigmentzellen. Aus der nöthig werdenden verschiedenen Einstellung des Tubus, wenn man diese an verschiedenen Stellen der Flecke liegenden Pigmentzellen deutlich sehen will, erkennt man, dass es sich hier um hügelförmige Massen handelt, die auf der Innenfläche aufsitzen und zum grössten Theil vom Pigment-Epithel entblösst sind.

Es handelt sich hier um dieselben eigenthümlichen Bildungen, deren schon eben Erwähnung geschah. War es bei den Schnittpräparaten nicht möglich zu erkennen, ob diese Massen aus Zellen zusammengesetzt sind, so erhält man bei Flächenpräparaten öfters Bilder, bei denen man in den peripheren Theilen der Flecke grosse eckige Zellen sieht.*)

Hat man die Elastica isolirt, was hier selbst auf grösseren Strecken leicht möglich ist, so sieht man da, wo nur

*) cf. Sattler, Bau der Chorioidea. Archiv f. O., XXII, 2, S. 50 u. 51. Dass die Glaslamelle für zellige Elemente durchgängig ist, muss aus manchen pathologischen Befunden geschlossen werden. Eines in Betreff dieses Punktes nicht unwichtigen Befundes möchte ich an dieser Stelle Erwähnung thun. Bei Untersuchung myopischer Augen habe ich streckenweise die Glaslamelle deutlich parallelstreifig gesehen. Es entstand dadurch ganz der Eindruck, als werde die Elastica aus feinen Fasern gebildet.

spärlich Pigment-Epithelzellen ihr noch aufliegen, diese in ganz eigenthümlicher Weise verändert. Sie haben zahlreiche, zum Theil sehr feine, oft mehrmals verästelte Ausläufer, in denen vereinzelte Pigmentkörnchen liegen, die mit den Ausläufern benachbarter Zellen anastomosiren. Manche dieser veränderten Pigment-Epithelzellen haben fast all ihr Pigment verloren, man würde in ihnen kaum Pigment-Epithelzellen vermuthen, wenn man nicht alle Uebergänge zu ihnen fände (Fig. 11).*)

Vergleicht man den Befund des letzten Falls mit dem Befund bei den erst beschriebenen Fällen, so ist eine Uebereinstimmung in der Form der eingelagerten Knötchen unverkennbar. Ich nehme daher keinen Anstand — wenn ich alle die den Einlagerungen zukommenden anatomische Eigenthümlichkeiten zusammenfasse — dieselben als Tuberkel im anatomischen Sinn anzusprechen.

In dem einen der mitgetheilten Fälle haben wir Aderhauttuberkel gefunden, als Theil-Erscheinung einer acuten Miliartuberkulose, im anderen einen solitären grossen Tuberkelknoten in der Aderhaut neben einer Encephalomeningitis tuberculosa. Im zuletzt beschriebenen Fall finden wir in fast allen Theilen des Auges histologische Tuberkel, in keinem anderen Theil des Körpers wird sonst noch eine tuberkulöse Affection gefunden; es dürfte sich hier um eine Primärtuberkulose des Auges, vielleicht speciell um eine Localtuberkulose, handeln. Auf dem Boden entzündlicher Veränderungen ist es, entweder unter dem Einfluss constitutioneller Verhältnisse oder unter dem Einfluss von durch die Ent-

*) Eines Verhaltens des normalen Pigmentepithels sei hier gedacht. Es scheint nämlich, als ob der Zellinhalt im äusseren Theil der Pigmentepithelzellen (um den Kern) aus zwei verschiedenen Substanzen besteht. Gelegentlich sieht man um den Kern eine unregelmässig zackige Masse, die sich gegen Färbemittel anders verhält als die peripher gelegene.

zündung selbst örtlich gesetzten Bedingungen zur Entwickelung von Tuberkel gekommen.

Der Fall sollte, wie schon oben erwähnt wurde, dadurch noch ein besonderes Interesse bekommen, dass sich Anfang November auf der Seite des enucleirten Auges an dem Unterkieferwinkel eine verschiebliche kleine Geschwulst entwickelte, die bald mehr als Wallnussgrösse erreichte. Die Geschwulst war am leichtesten von der Mundhöhe aus zu betasten. Als zum Zweck der Exstirpation ein tiefer Einschnitt in die äussere Haut gemacht worden war, entleerte sich zunächst eine Quantität Eiter. Die Vermuthung, dass es sich um einen einfachen Abscess handele, musste fallen gelassen werden, als man in der Tiefe der eröffneten Höhle noch eine festere Masse fühlte. Es wurde diese sammt der verdickten Wandung der Abscesshöhle exstirpirt, und zeigte es sich, dass die Geschwulst durch eine geschwellte Lymphdrüse bedingt war.

Die Untersuchung dieser exstirpirten Lymphdrüse sollte von ganz besonderer Wichtigkeit dadurch werden, dass dieselbe neben grösseren käsigen Massen Tuberkel nachwies. Mag die Lymphdrüsentuberkulose die Bedeutung einer secundär-tuberkulösen Affection haben, die als zweite Etappe der Invasion der Tuberkulose von der tuberkulösen Augen-Affection abhängt (die Entzündung der Umgebung der Lymphdrüse könnte ihrerseits dabei wieder durch die Lymphdrüsentuberkulose bedingt sein); oder mag die Lymphdrüsentuberkulose abhängig sein von der Entzündung des sie umgebenden Gewebes Wie dem auch sei, der Nachweis von Tuberkel in der geschwellten Lymphdrüse ist für die Beurtheilung und Auffassung des Falls jedenfalls von der allergrössten Wichtigkeit.

Bei der Wichtigkeit dieses Nachweises möge es gestattet sein, zum Schluss mit wenigen Worten auf

das Ergebniss der Untersuchung der Lymphdrüse einzugehen.

Die gehärtete Drüse wird senkrecht zur Längsrichtung durchschnitten. Auf der Schnittfläche erscheint die Kapsel beträchtlich verdickt, in der Mitte sieht man einen unregelmässig zackigen Spalt, der von einem schmalen Saum verkäster, gelblich-grauer Masse umgeben ist.

An feinen Schnitten sieht man schon mit freiem Auge über das Präparat zerstreut gelbliche Punkte, in denen die mikroskopische Untersuchung Tuberkel nachweist. In vielen dieser finden sich Riesenzellen,*) und um diese herum auffallend grosse „epitheloide" Zellen mit zum Theil ungewöhnlich grossen Kernen. Drei, vier, fünf und mehr solcher von grösseren, eckigen Zellen umgebenen Riesenzellen liegen nesterweise zusammen. Es heben sich diese Zell-Anhäufungen um so deutlicher von der Umgebung ab, als sie, durch Hämatoxylin nur sehr gering gefärbt, als hellere Stellen inmitten des dunkler gefärbten, stark infiltrirten Grundgewebes erscheinen.

Was das Aussehen der Riesenzellen betrifft, so ist dieses ein sehr wechselndes, bald sind sie rund, bald oval, bald haben sie zahlreiche ovale wandständige Kerne, bald nur wenige solcher. Manche von ihnen zeigen Fortsätze, die meisten keine. Um einzelne Riesenzellen sieht man einen Ring, der aus platten, langausgezogenen, dicht an einander liegenden Zellen besteht und zu der Bezeichnung Zell-„Mantel" der Riesenzelle Veranlassung geworden ist. Die Anhänger der Ansicht, dass die Riesenzelle sich im Innern der Gefässe entwickelt, sehen in den Zellen des „Mantels" Abkömmlinge der Zellen der Gefässwand.

In der verkästen, central gelegenen Masse sieht man fast nur mehr Detritus, in dem hier und da einzelne besser erhaltene Zellen liegen.

In der verdickten Wandung der Abscesshöhle werden keine Tuberkel und auch keine Riesenzellen gefunden.

---

*) Aus dem Nachweis von Riesenzellen allein kann nicht auf die tuberkulöse Natur der Affection geschlossen werden. Riesenzellen werden auch in nicht-tuberkulös erkrankten Lymphdrüsen gefunden. (G. Weiss, l. c.)

Zum Schluss nehme ich noch gern Gelegenheit, auch an dieser Stelle Herrn Prof. Becker meinen besten Dank zu sagen für die freundliche Unterstützung, die er mir auch bei dieser Arbeit zu Theil werden liess.

Heidelberg, im August 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Horizontalschnitt. An dem Rande der Papille steil aufsteigender grosser Tuberkelknoten der Chorioidea. 2½fache Vergrösserung.

Fig. 2. Schnitt durch den seitlichen Theil des Tuberkelknotens. Der Tuberkelknoten ist aus kleineren Knötchen zusammengesetzt. Bei i sieht man das obere Ende des Zwischenscheidenraums. Die Netzhaut ist beträchtlich verdickt. Winkel Syst. 4, Oc. 2.

Fig. 3. Von der Grenze der Kern- und Rindensubstanz eines Tuberkelknotens. a) verkäste Kernsubstanz. In ihr sieht man noch einzelne besser erhaltene zellige Gebilde. Bei b sieht man feine concentrische Linien. Bei c Zone längliche Zellen, welche — alle gleichgerichtet — die schmale Seite dem Centrum des Knotens zukehren. Bei d Balkenwerk, welches aus feinen blassen Bälkchen besteht und bei e in die Infiltrationszone übergeht, in welcher dicht gedrängt die Rundzellen aneinanderliegen.

Fig. 4. Gefässquerschnitte. a verdickte Gefässwand, b Zone, welche, aus dicht gedrängt stehenden Rundzellen bestehend, in einigem Abstand von der Gefässwand zu sehen ist.

Fig. 5. Chorioidaltuberkel im hinteren Bulbus-Abschnitt.

Fig. 6. Schnitt durch einen Chorioidaltuberkel bei stärkerer Vergrösserung (Syst. 7, Oc. 2). Man erkennt auf der Schnittfläche eine deutliche Schichtung, welche durch Hämatoxylinfärbung noch mehr hervortritt. Den Mittelpunkt bildet der Gefässquerschnitt. Nächst der stark verdickten Gefässwandung a ein gelblicher Hof (b). Auf diesen folgt eine intensiv gefärbte Schicht c, welche, wie man bei starker Vergrösserung sieht, aus vielen kleinen Zellennestern gebildet wird. Die breite Schicht d besteht aus verkäster Masse, in der nur einzelne erhaltene zellige Elemente zu erkennen sind. Die in allen Schichten sichtbaren concentrischen Linien sind hier sehr deutlich. Eine äusserste wieder intensiv ge-

färbte Schicht e zeigt sich gleichfalls aus mehr weniger grossen Zellennestern zusammengesetzt. Das umgebende Chorioidalgewebe ist stark infiltrirt. Chorioidalgefässe strotzend gefüllt.

Fig. 7. Perivasculit. Veränderungen an einem Chorioidalgefäss.

Fig. 8. Schnitt durch ein tuberkulös erkranktes Auge. Tuberkel in Iris, Corpus ciliare, Sehnervenkopf, Netzhaut und Aderhaut. Eiterzüge im Glaskörper. 2⅔fache Vergrösserung.

Fig. 9. Schnitt durch den vorderen Bulbus-Abschnitt. Syst. 4, Oc. 2.

Fig. 10. Schnitt durch die Eintrittsstelle des Sehnerven. Syst. 4, Oc. 2.

Fig. 11. Eigenthümlich veränderte Pigment-Epithelzellen.

Zur Entstehung der geschichteten Drusen der Lamina vitrea chorioideae.

Von

Dr. Adolf Meyer in Hamburg.

Hierzu Tafel IV—V.

Hyaline Excrescenzen auf den Glashäuten des Auges sind in den letzten Jahrzehnten so häufig Gegenstand der Untersuchung oder beiläufigen Erwähnung gewesen, dass ein Zurückkommen auf dieses wohl ziemlich allgemein als abgeschlossen angesehene Kapitel vielleicht befremden dürfte. Es haben sich ja, seit der Veröffentlichung von Heinr. Müller's einschlägigen Untersuchungen im 2. Bande des A. f. O., alle späteren Beobachter der darin ausgesprochenen Ansicht angeschlossen, dass die fraglichen Gebilde aus einer Verdickung der Glaslamelle durch allmählige Auflagerung an ihrer Oberfläche hervorgehen.

Erst in den letzteren Jahren, nachdem man sich der klinischen Bedeutung dieser Producte als der Ursache gewisser intraocularer schleichender Degenerations- und Entzündungsprocesse immer mehr bewusst wurde — bekanntlich vermuthete schon Donders in ihnen die

Ursache seniler Amblyopie — und nachdem auch ihre Anwesenheit nicht selten ophthalmoskopisch constatirt worden, hat sich die Aufmerksamkeit mit neuem Interesse ihrer Entstehung und Entwickelung wieder zugewandt. Es hat sich dabei herausgestellt, dass eben bei den genannten chronischen Degenerations- und Entzündungsvorgängen — der Chorio-Retinitis pigmentosa und disseminata — hie und da Formen glashäutiger Excrescenzen vorkommen, für deren Entwickelung Heinr. Müller's nur auf die Entstehung der senilen Veränderungen der Glashäute Bezug nehmende Schilderung nicht ohne Weiteres zutreffend ist, bzw. der Ergänzung bedarf. Es gilt dies namentlich von den vielschichtigen Drusen der Glaslamelle.

In der einschlägigen deutschen Literatur der letzten Jahre finden sich, soweit mir bekannt, vier Autoren, die sich auf Grund erneuerter Untersuchungen über diese Frage aussprechen: Rudnew, Leber, Sattler und v. Wecker.

Nach Rudnew*) sind die „Glaskörper" nichts als emigrirte und der regressiven Metamorphose verfallene weisse Blutkörperchen; sie entstehen unterhalb der Glaslamelle, durchbohren sie aber zuweilen und werden frei. Das Pigmentepithel hat zu ihrer Entstehung durchaus keine Beziehung.

Th. Leber**) spricht in seiner Arbeit über amyloide Concretionen der Bindehaut, die in mancher Beziehung an die concentrisch geschichteten Drusen der Glaslamelle erinnern, die Vermuthung aus, dass die Entstehung der letzteren sich wie bei jenen am leichtesten nach Analogie der Cuticularbildungen, durch Ausscheidung von Seiten eines zelligen Belages an ihrer

---

*) Virchow's Archiv, Bd. LIII., p. 455 (1871).
**) Archiv f. Ophthalmologie, XIX., 1, p. 187 (1873).

Oberfläche, erklären lasse. Dieser zellige Belag ist nach seinen Beobachtungen auch bei den grössten dieser Bildungen immer zu finden.

H. Sattler*) schliesst sich H. Müller's Ansicht in allen Stücken an.

v. Wecker**) endlich constatirt, dass die Entwickelung der Drusen noch nicht ganz klar zu Tage liegt, betrachtet es übrigens als jetzt festgestellt, dass sich das Retinalepithel an ihrer Bildung nicht direkt betheiligt.

Die nachstehend mitgetheilten Untersuchungen beziehen sich auf eine Reihe mikroskopischer Präparate, die für eine Prüfung der verschiedenen Hypothesen besonders geeignet erschienen und einem seit früher Kindheit phthisischen Auge eines 31 jährigen (blauäugigen) Mannes entnommen waren.

Der in Müller'scher Flüssigkeit gehärtete Bulbus war in Glycerin aufgehoben worden. Kleine, flache, diffus getrübte Cornea; trichterförmig abgelöste Netzhaut, mit den Resten des degenerirten Glaskörpers einen derben fibrösen, die geschrumpfte Linse einschliessenden Strang bildend. Iris makroskopisch unverändert. Die Innenfläche der Chorioidea, besonders in ihren aequatorialen und vorderen Partieen mit Drusen übersäet. In der unteren Aequatorialgegend zwei leicht prominirende, ovale, je 3 und 5 Mm. lange Knocheneinlagerungen mit glatter, blassgrauer Oberfläche. Das Retinalepithel von unregelmässig fleckiger, aber durchweg schwacher Pigmentirung.

Mikroskopische Untersuchung. — Flächenansichten der Glaslamelle nebst dem sie deckenden Pigmentepithel bieten, abgesehen von der in diesem Falle

*) Archiv f. Ophthalmologie XXII., 3, p. 6 (1876).
**) Graefe-Saemisch's Handb. IV., 2, p. 640 (1876).

oft ungewöhnlichen Grösse und Form der Drusen, im Allgemeinen ganz den von verschiedenen Beobachtern, u. A. von Heinr. Müller*) und Th. Leber**) anschaulich geschilderten Anblick und ich werde daher von einer erneuerten Beschreibung absehen.

Die Grösse (Höhe) der Drusen ist eine den Entwickelungsstufen entsprechend verschiedene: kaum messbar feine, leuchtenden Tröpfchen ähnelnde Initialformen neben bis zu 1 Mm. hohen, voll entwickelten Körpern. Sehr gewöhnlich sind die zwischen 0,25 und 0,50 Mm. variirenden Mittelgrössen.

Die Form der in den mittleren und hinteren Partien der Aderhaut meist isolirt heranwachsenden Drusen zeigt sich im Flächenbilde als vorwiegend elliptisch, kreis- oder nierenförmig, in der vorderen Hemisphäre durch Verschmelzung oft unregelmässig länglich, rundgebuchtet (Taf. IV., Fig. 18), zuweilen gabelförmig getheilt. Die grösseren Drusen legen sich unter dem Deckgläschen auf die Seite und präsentiren sich im Profil (Fig. 13).

Im Allgemeinen zeigen die dem frischen Präparat entnommenen Drusen unter dem Mikroskop eine stark lichtreflectirende, fein gekörnte, an den durchscheinenden Rändern durch parallele Linien kräftig gesäumte Oberfläche (Fig. 7 u. 8). Bei einigem Druck auf das Deckgläschen zerspringen sie mit unregelmässig zackigen Bruchlinien und lassen in ihrem Innern das gleiche feinkörnig krystallinische Gefüge erkennen (Fig. 16). Bei stärkerem Druck lassen sie sich unter knirschendem Geräusch völlig zerreiben. Frische Drusen, die 3—4 Tage in Glycerin gelegen, quollen auf, zeigten eine pralle Oberfläche und zahlreiche tiefe

*) A. f. O. II., 2, p. 6 ff.
**) A. f. O. XV., 3, p. 14 ff.

Fissuren (Fig. 15). Auch die mit verdünnter Essigsäure behandelten Körperchen zeigen häufig oberflächliche klaffende oder im Innern vom Kern sich abzweigende Sprünge (Fig. 1, c, d, f). Die grösseren, im frischen Zustand hell graugelblichen und durch Müller'sche Flüssigkeit braungelb tingirten Körperchen nehmen durch längeres Verweilen in Glycerin einen flaschengrünen Ton an. Carmin färbt sie, von der Oberfläche langsam und schichtenweise eindringend, tief braunroth. In verdünnter Essigsäure hellen sich die Drusen allmählig auf und lassen alsdann ihre innere Struktur deutlich erkennen. Bei Zusatz concentrirter Mineralsäuren lebhaftes Aufbrausen und Rückstand der feingranulirten, hellbräunlichen, brüchigen — auch in diesem Fall aller positiven chemischen Charaktere entbehrenden — organischen Grundsubstanz (Fig. 17).

Profilansichten der Drusen bieten grössere Mannigfaltigkeit der Formen. Auf Taf. IV., Fig. 1 sieht man an einem Querschnitt aus der Aequatorialgegend die am häufigsten vorkommenden birnen- und bohnenförmigen Bildungen; Fig. 2—6 und 9—12 sind weniger gewöhnliche Formen, oft mit breiter Basis, mehrfach eingeschnürt oder gebuchtet. Gemeinsam ist allen grösseren Drusen 1) der aus einem Conglomerat kugeliger Elemente bestehende, der Glaslamelle aufliegende, bräunliche Kern; 2) die ihn umgebende, durch kräftige Linien — die lamellären Interstitien — angedeutete, excentrisch anwachsende Schichtung; 3) eine durch das Retinalepithel gebildete Umhüllung, die je nach ihrem Pigmentgehalt und dem Zustande der sie constituirenden Zellen mehr oder weniger in die Augen fällt. Während sie hier aus einer einfachen Schicht neben einander liegender oder stellenweise wuchernder, leicht pigmentirter Zellen besteht (Taf. IV., Fig. 2, 5, 6), findet man an anderen Stellen die Drusen von proliferirenden, halbkugelig

oder zapfenförmig gebildeten, bis zu 0,0185 Mm. hohen, stark pigmentirten Epithelzellen völlig eingehüllt (Taf. V., Fig. 20, a, b), an noch anderen ist die Hülle nur als zarter, die Drusen umhüllender Contur zu erkennen (Taf. IV., Fig. 1, a, c; Fig. 7, 8) oder auch dieser mangelt und man kann allein durch stellenweise der Oberfläche anhaftende Pigmentkörnchen oder mit Hülfe der Tinction durch Sichtbarmachen von Kernen ihre Anwesenheit feststellen. Zuweilen löst sich beim Präpariren die epitheliale Hülle in grösserer oder geringerer Ausdehnung von den Concretionen ab (Fig. 1, a, c; Fig. 22). Sehr häufig findet man nur den Scheitel der Drusen von stärker entwickeltem Epithel bedeckt (Fig. 1, b, d; Fig. 2, 5, 20).

Die Kalkinfiltration, die nur an wenigen Stellen ganz vermisst wurde, markirt sich — abgesehen von dem chemischen Experiment — mikroskopisch durch zahllose feinste, runde Körnchen (Fig. 7, 8, 20); nach Einwirkung verdünnter Essigsäure durch die zarte radiäre Stichelung der einzelnen Schichten (Fig. 1, 10, 11).

Es mag hier bemerkt sein, dass Sitz und Anordnung der Drusen vom Verlauf der Capillaren völlig unabhängig erschienen, dass die Körperchen nach der Ora serrata zu am dichtesten zusammengedrängt und von unregelmässiger Gestalt sich zeigten. Dagegen waren sie auf den Proc. ciliares nicht vorhanden. Die peripapilläre Region war fast ganz, die Papille selbst*) völlig frei von denselben.

Die Glaslamelle, welche sich streckenweise sehr leicht isoliren lässt, ist durchgehends einfach oder schichtenweise verdickt, doch war wider Erwarten die Verdickung von der Zahl und Mächtigkeit der von ihr

*) cf. Iwanoff, Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1868, p. 425.

getragenen Drusen ganz unabhängig. Während sie, sich unter dicht gedrängten Concretionen hinziehend, im Querschnitt meist als ein 0,0015 Mm. dickes, winklig und wellig eng gefaltetes Häutchen darstellte, erreichte sie an anderen, relativ intakten Partien in flacher, geschichteter Ausbreitung eine Mächtigkeit von 0,0109 Mm. — Auf den von Drusen freien Ciliarfortsätzen betrug ihre Dicke durchweg 0,0065 Mm. Von der Fläche gesehen erschienen ihre Falten entweder geradlinig, winklig geknickt oder in faseriger Zerklüftung (Taf. V., Fig. 26). Auch sie zeigt sich, vom Epithel befreit, mit zahllosen Kalkkörnchen fast überall infiltrirt.

Die Chorioidea bot besonders in ihren vorderen Abschnitten sehr ausgeprägte entzündliche Veränderungen. Die Choriocapillaris liess sich, wie erwähnt, von der Glaslamelle leicht lösen. Auffallend war zunächst ihre zum Theil sehr dichte, diffuse Infiltration mit Lymphkörperchen von sehr variabler Grösse und Form und in den verschiedensten Stadien der Vermehrung. Durchgängig rund und von 0,0030—0,0060 Mm. im Durchmesser, fand man deren stellenweise bis zu 0,011 Mm. Grösse mit stark lichtbrechendem, feinkörnigen Protoplasma. Auch das Lumen der Capillaren strotzte meist von Rundzellen. Die Capillarwandungen zeigten sich verdickt, scharf contourirt, streckenweise stark lichtbrechend, ihre Kerne aber überall deutlich erkennbar.

An sonstigen geformten Elementen fanden sich in den innersten Schichten zahlreich zerstreut 0,0018 Mm. grosse, runde, stark lichtbrechende Körperchen, dieselben, die nach Sattler*) auch in der normalen Chorioidea vorkommen. Die Wandungen der gröberen Gefässe zum Theil verdickt, in der Adventitia zahlreiche Lymphkörperchen, das interstitielle Bindegewebe hyperplastisch,

*) Arch. f. O. XXII., 2, p. 9.

manchmal als glashelles dichtes Netzwerk sich darstellend. Die sehr ungleich pigmentirten Stromazellen hie und da lebhaft wuchernd, geschwollen, mit kolbenförmigen Fortsätzen.

Die oben erwähnten, in der Nähe des Aequators über die Chorioidea flach hinausragenden, bis zu 0,75 Mm. dicken Knochenplättchen fanden sich zwischen Glaslamelle und dem lebhaft wuchernden Pigmentepithel eingelagert und es waren die am Mutterboden überall festhaftenden Drusen von Knochen oder knochenbildender Substanz auf's Innigste umschlossen (s. Fig. 31); doch konnte natürlich das Pigmentepithel nur an solchen Stellen dem Schub des Seitens der Capillaris erfolgenden osteoplastischen Ergusses weichend abgelöst werden, wo es nicht, die Concretionen umhüllend, in situ zurückblieb.

In dem bindegewebig entarteten Glaskörper fanden sich an mehreren Stellen grössere Conglomerate theils maulbeerförmiger, theils um einen oder zwei Kerne vielfach geschichteter, bis zu 0,2 Mm. messender Concretionen, in deren Interstitien hie und da unregelmässige Pigmentmassen eingeschlossen lagen. Von der Fläche betrachtet zeigten die compact an einander gelagerten Körperchen eine höchst zierliche bandagat- oder holzmaserähnliche Zeichnung (Fig. 29). Ausserdem enthielt das fibröse Gewebe zahlreiche mattglänzende, 0,003 bis 0,018 Mm. messende, myelinähnliche Körperchen (Fig. 30), offenbar die Initialformen der grösseren Concretionen.

Auch die Descemetsche Membran war der Sitz flächenhafter Verdickungen und warziger Wucherungen. Auf Fig. 27 und 28 findet sich davon eine Flächenansicht und eine Gruppe der kolbigen, 0,0366 Mm. hohen und an der Basis 0,0073 Mm. breiten Wärzchen abgebildet, doch bin ich leider nicht im Stande zu sagen,

welcher Stelle der Membran das Präparat entnommen wurde.

Was nun die erste Entstehung der Drusen betrifft, so wurde die Untersuchung durch die Intensität der hier collateral bestehenden pathologischen Vorgänge und die daraus resultirende Verworrenheit der mikroskopischen Ansichten nicht unerheblich erschwert. Durfte zwar bei der massenhaften Anwesenheit von Lymphkörperchen für die Frage bezüglich ihrer Betheiligung an der Drusenbildung etwas Entscheidendes erwartet werden, so ergab sich zugleich die Nothwendigkeit, die Glaslamelle in ihrer Verbindung mit der Choriocapillaris zu untersuchen, ein Verfahren, welches bei Flächenansichten zuverlässige Schlüsse nicht gestattete. Die Herstellung genügend zarter Querschnitte aber war bei der ungemeinen Sprödigkeit der Gewebe mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. So habe ich mich, von der Voraussetzung ausgehend, dass der aus einem Aggregat sphärischer Körper bestehende Kern der lamellirten Concretionen zelligen Ursprungs sei, eine Zeit lang zu der Ansicht verleiten lassen, dass die unter und zwischen den Falten der Glaslamelle gehäuft liegenden Lymphkörperchen in die Schichten der Lamina vitrea eindrängen und so für die Drusen die Basis lieferten, bis ein vorsichtigerer Wechsel der Einstellung mir die vermeintlichen Schichten der Lamelle als ihre, in verschiedenen Ebenen gelegenen Falten auswies. Ich habe darauf auch an sehr zahlreichen Querschnitten die sichere Ueberzeugung gewonnen, dass die Lymphkörperchen zu der Entwickelung der auf der Glaslamelle befindlichen Concretionen in gar keiner Beziehung stehen. Fast überall liess sich die Lamelle mit Leichtigkeit von der Capillaris isoliren oder löste sich ebenso häufig ohne weiteres Zuthun; es liess sich indessen niemals ein Uebertritt von Zellen an den sich zugewendeten Flächen

der Glasmembran und der Capillaris beobachten. Den oben erwähnten, in den Capillarinterstitien zahlreich vorkommenden, zuweilen bis zu 0,011 Mm. grossen, stark lichtbrechenden Zellen mit stets nachweisbaren Kernen, die etwa den jüngeren Formen der Rudnew'schen Glaskörper entsprechen würden, kann man aber den Charakter von Drusen im hergebrachten Sinne selbstredend nicht zusprechen.

Die ersten Anfänge der Drusen liegen in der Substanz der Glaslamelle und werden vom Pigmentepithel in Form feinster, stark lichtbrechender Kügelchen oder Tröpfchen in diese ausgeschieden. Diese Tröpfchen dicht aneinander gereiht verleihen der im Profil betrachteten Glaslamelle oft ein eigenthümlich höckeriges, varicösen Nervenröhren ähnliches Aussehen (Fig. 26). Zuweilen gelingt es, sie in grosser Zahl an der unteren Fläche der von der Glaslamelle oder den Drusen abgelösten Epithelschicht haftend, zu beobachten. Durch Ineinanderfliessen und Zusammenballen entstehen nun biscuitförmige, rundhöckerige, knollige Massen, die den Kern der Concretionen constituiren und durch Emporheben des Pigmentepithels eine intensivere, in Schichten und vorzugsweise um den Scheitel des Kernes sich ablagernde Secretion anregen. Dem Wachsthum der Drusen entsprechend findet natürlich eine Neubildung von Epithelzellen statt; hört diese auf, so wird die epitheliale Hülle durch Dehnung allmälig in ein zartes, pigmentarmes oder ganz farbloses Häutchen umgewandelt, ihr secretorisches Vermögen ist erschöpft und der Process hat sein Ende erreicht. Dies ist der typische Entwickelungsmodus der Drusen, an welchem wir also die oben citirte Vermuthung Leber's bestätigt finden. Man trifft allerdings nicht selten Bildungen an, auf deren Gestalt und Structur die obige Schilderung nicht in allen Stücken anwendbar erscheint; alle Abweichungen aber lassen

sich aus dem verschiedenen Verhalten der epithelialen Hülle, aus stellenweise vermehrter Wucherung derselben und dadurch modificirter Ausscheidung unschwer erklären. Auf Taf. IV. findet sich eine Anzahl ungewöhnlicherer Formen abgebildet. Bei Fig. 3 sieht man oberhalb der schon eingeleiteten Stratificirung ein zweites, dem basalen Nucleus der Druse ganz gleich gebildetes Aggregat kugeliger Ausscheidungen. Es liefert schon dies Verhalten den unzweideutigen Beweis, dass auch der der Glaslamelle aufliegende Drusenkern ein Ausscheidungsproduct des Pigmentepithels sei. Aehnlich in Fig. 10 und 11. Mitunter findet man mehrere geschichtete Drusen von einer gemeinsamen Hülle eingeschlossen, was in einigen Fällen so zu Stande kommt, dass sich das Epithel an den Grenzen der innig an einander gelehnten Concretionen vereinigt (Fig. 6, 19). In anderen Fällen indessen (Taf. IV., Fig. 1, c u. f) muss man wohl den die Körperchen gemeinsam umziehenden Contour als Ausdruck eines Präcipitats aus der subretinalen Flüssigkeit deuten.

Was endlich die oben beschriebenen und auf Fig. 29 dargestellten, im Glaskörperraum gefundenen Concretionen betrifft, die in ihrem chemischen Verhalten den Chorioidealdrusen völlig gleichen, so dürfte kaum mit Sicherheit zu entscheiden sein, ob sie an Ort und Stelle entstanden oder mit der abgelösten Retina eingewandert seien. Für letzteres könnte vielleicht das zwischen ihnen befindliche Pigment argumentiren, während ihre Structur und Anordnung mit mehr Wahrscheinlichkeit auf ihre autochthone Entstehung und zwar durch Niederschläge aus dem umgebenden Medium, hinweisen. Uebrigens erinnert die Gruppirung an die Iwanoff'sche Abbildung in Graefe-Saemisch's Handbuch, Bd. IV., 2, p. 610.

Das Vorkommen vielschichtiger Concretionen scheint,

so viel sich aus der mir zugänglichen Literatur ersehen lässt, im Gegensatz zu den so oft beobachteten geringeren Graden dieser Alteration, ein nicht gerade ganz häufiges zu sein und ist ihre bildliche Darstellung auch eine entsprechend seltene. Bei Wedl finden sich (Fig. 62, f u. g) zwei „Colloidkörper mit einer peripheren, ungleich dicken, granulirten Schicht" abgebildet, die den hier besprochenen Drusen zuzurechnen sein dürften. Ferner zwei dürftige Holzschnitte nach Iwanoff in Graefe-Saemisch's Handbuch, Bd. IV., p. 609 u. 610 und endlich einige schöne Abbildungen auf Taf. XVIII. des Atlas von Pagenstecher und Genth.

Erklärung der Abbildungen
auf Tafel IV und V.

Fig. 1. Profilansicht einer Gruppe geschichteter und verkalkter Drusen der Glaslamelle vom Aequator bulbi. Vergr. 100.

Fig. 2—11. Verschiedene Formen von Drusen.

Fig. 4, 6, 7. Zwei Drusen mit einander verwachsen und in gemeinsamer Hülle.

Fig. 12. Flache, geschichtete Druse von der vorderen Hemisphäre der Chorioidea.

Fig. 13. Glaslamelle mit Drusen.

Fig. 14. Jüngere Formen von Drusen.

Fig. 15. In Glycerin gequollene Druse.

Fig. 16. Durch Druck gesprengte Druse.

Fig. 17. Organischer Rückstand von Drusen, deren mineralische Bestandtheile durch Säuren entfernt.

Fig. 18 u. 19. Drusen von der Fläche gesehen.

Fig. 20. Drusen im Profil, a u. b mit starker Wucherung der Epithelialhülle. Vergr. 150.

Fig. 21, 22, 23. Veränderungen des zwischen den Drusen befindlichen Retinalepithels.

Fig. 24. Epitheliale Hülle im Querschnitt, einzelne ihrer Zellen auf der Fläche.

Fig. 25. Initialformen der Drusen zwischen Glaslamelle und theilweise abgehobenem Pigmentepithel gelegen.

Fig. 26. Desgl. mit einem Stückchen der Glaslamelle von der Fläche gesehen.

Fig. 27 u. 28. Warzenförmige Auflagerungen von der Innenfläche der Descemeti.

Fig. 29. Verkalkte Drusen aus dem bindegewebig entarteten Glaskörper.

Fig. 30. Initialformen derselben.

Fig. 31. Querschnitt der Chorioidea nebst der an ihrer Innenfläche gelegenen, die Drusen einschliessenden Verknöcherung.

Zu weiterer Kenntniss einiger Missbildungen des Auges.

Von

Herm. Schmidt-Rimpler.

(Hierzu Taf. VI.)

---

1. Dermoid der Cornea mit Dislocation der Linse.

Durch die Güte des Herrn Professor Roser wurde mir ein Kalbs-Auge mit interessanter Missbildung zur Untersuchung übergeben. Es handelte sich um ein Dermoid der Cornea, in welches von hinten hinein die Linse ragte.

Das Auge, durch die Aufbewahrung in Spiritus etwas geschrumpft, misst im sagittalen Durchmesser 26 Mm., im horizontalen 29 Mm. Auf der 1,9 Cm. im Querdurchmesser breiten Hornhaut sitzt ein, mit langen rothen Haaren versehenes Hautstück (Fig. 1, a), das vom inneren Hornhautrande — nicht auf die Sclera überreichend — beginnt und den grössten Theil der Cornea überdeckt; von letzterer blieben nach aussen etwa 3 Mm., nach oben und unten im verticalen Durchmesser etwa 2 Mm. frei. Bei der Theilung des Augapfels in eine obere und untere Hälfte wurde das Dermoid quer durchschnitten und zeigte eine weisse Färbung und derbe Consistenz. Nach aussen hin fiel es ziemlich steil ab; alsdann begann der Querschnitt der unbedeckten Hornhaut. Unter dieser, ihr

dicht anliegend, befand sich die Iris, deren Pupillarrand noch etwas unter dem Durchmesser des Dermoids lag. Auf der entgegengesetzten, innern Seite des Präparates schloss sich die Iris ebenfalls dicht einer durchsichtigeren, mehr bläulich gefärbten Gewebslinie an, welche das hier unter der Haut liegende Hornhaut-Rudiment bezeichnete. Es fehlte demnach eine vordere Kammer. Durch den Pupillarraum, 9 Mm. im Durchmesser, ragte nach vorn ein Theil der Linse hügelartig in das Dermoid hinein. Die Spitze dieser Linsenkuppel lag 2 Mm. über der Pupillarebene. Die Hauptmasse der Linse (Fig. 1, c) befand sich in einem etwa 5 Mm. tiefen Raume, welcher zwischen der nach vorn verschobenen Iris, die, wie erwähnt, der Hornhaut (b) dicht anlag und dem etwas rückwärts gewandten Ciliarkörper (d) entstanden war. Der Theil der Linsenkapsel, welcher den durch die Pupille ragenden Linsenhügel bekleidet, lässt sich von dem anliegenden Gewebe leicht trennen. Nur am Pupillarrande besteht eine festere Verbindung, indem ein durchscheinendes Bindegewebe die Kapsel dem Pupillarrande der Iris (Rest der M. capsulo-pupillaris) anheftete. Weiter nach hinten hin geht wiederum die Trennung von der Hinterwand der Iris und der Vorderwand des Corpus ciliare leicht von statten. Hier wird die Kapsel dünner, ist glashell und mit Epithel besetzt, das sich noch bis zum centralen Rande des Corpus ciliare verfolgen lässt. Der vordere Theil der Kapsel ist erheblich dicker (0,15 Mm.) und zeigt deutliche Schichtung. Nach innen liegt eine Epithellage. Die Linse selbst ist normal entwickelt mit deutlicher Trennung des Kernes von der Corticalis.

Das Hautstück hat ein mehrschichtiges Epidermis-Lager, dann folgt das Rete Malpighii. Darunter Coriumgewebe mit Papillen von zahlreichen Haaren durchsetzt; in den tiefsten Lagen finden sich Schweissdrüsen. Unter dem Corium liegt ein der Cornea entsprechendes Gewebsstratum. Dasselbe zeigt eine verschiedenartige Beschaffenheit. Dort, wo die freie Hornhaut an das Dermoid grenzt, lässt sich ihre Fortsetzung unter letzteres hin besonders deutlich verfolgen. Doch tritt sofort eine schärfere Schichtung des Gewebes hervor. Die Hornhautkörperchen haben dabei eine ziemlich unregelmässige Anordnung. Auch fehlt jetzt die vordere Grenzmembran und das Epithel. Weiter finden sich an den verschiedenen Stellen in wechselnder Menge spindelförmige Pigmentzellen eingelagert,

die bisweilen lange, gewundene schwarze Linien bilden, ähnlich wie an der Stelle, wo die Sclera in die Cornea übergeht. Die Mehrzahl dieser pigmentirten Zellen liegt in der unteren Partie des Cornea-Stratums; doch treten auch manchmal ähnliche schwarze Pigmentzellen an der oberen Grenzlinie auf, unterhalb der untersten Hautschichten. Wo die Linsenkapsel der Cornea angrenzt, ist in der Regel das Gewebe von Pigment frei. Es findet sich hier eine Basement-Membran mit Endothelzellen. Der obersten Spitze der in das Dermoid hineinragenden Linsenkuppel entsprechend ist die Hornhautlage ausnehmend dünn. Auch unterscheidet sich das Gewebe von der eigentlichen Cornea durch eine besonders streifige Beschaffenheit und geringere Durchsichtigkeit.

Die Iris ist an den von dem Dermoid bedeckten Stellen, besonders dort, wo das Dermoid sich bis zum Scleral-Limbus erstreckt, von dem Corneastratum leicht abziehbar. Nur am Pupillarrande findet eine festere Verklebung durch ein gleichmässiges, wenig Structur zeigendes Gewebe statt, das sich zwischen Cornea, Linsenkapsel und Irisrand in geringer Ausbreitung findet. An den Stellen, wo die Iris sich abziehen lässt, zeigt sich ebenfalls als untere Hornhautgrenze eine mit Endothel bekleidete hyaline Grenzmembran.

An der äusseren Peripherie hingegen, wo die Hornhaut frei zu Tage liegt, ist die Iris mit ihr fest verklebt und bildet eine einzige nicht trennbare Haut, wenngleich auch hier durch eine hyaline Membran die Grenze zwischen der stark pigmentirten Iris und Hornhaut gebildet wird. Die Hornhaut selbst zeigt hier eine normale Structur, nach oben begrenzt von Bowman'scher Membran und Epithel.

Eine Messung der senkrecht übereinander liegenden Schichten an der Stelle, wo die Linsenkapsel in die Dermoidbildung hineinragt, ergab an einer Stelle: Linsenkapsel = 0,15 Mm.; Cornealstratum mit Pigmentzellen = 0,5 Mm.; Haut = 3 Mm. An einer andern Stelle in gleicher Reihenfolge: 0,15 Mm.; 0,25 Mm. und 1,7 Mm. Sowohl auf der vorderen Fläche des Ciliarkörpers, als auch auf den Ciliarfortsätzen sieht man eine bei Carmin-Behandlung hellroth erscheinende zarte Linie, die sich ähnlich einem Cylinder-Epithel aus neben einander stehenden lang gestreckten Zellen zusammensetzt. Der Glaskörper enthält zahlreiche zellige Gebilde von verschiedener Gestalt und Grösse.

In den hinteren Partieen der Bulbus-Kapsel (Sclera, Chorioidea und Netzhaut) findet sich nichts Abweichendes.

Wir haben es hier mit zwei verschiedenen Abnormitäten zu thun. Zuerst mit einer ungewöhnlichen Metamorphose des an der Stelle des Dermoid früher vorhandenen embryonalen Gewebes. Das Hornblatt hat hier nicht, wie in der Regel, Epithel gebildet, sondern ist Epidermis geworden, und die Kopfplatten darunter sind in ihren oberen Schichten zum Corium umgewandelt, während aus ihren unteren Lagen normaler Weise ein, wenn auch modificirtes Hornhautstratum hervorgegangen ist. Es würde diese Missbildung demnach im Ganzen mit den beim Menschen beschriebenen Dermoiden in Uebereinstimmung stehen, bei denen auch unterhalb des Hautgewebes gemeinhin Hornhaut gefunden wurde. Weiter aber kommt noch in unserem Falle hinzu, dass die Bildung einer vorderen Kammer ausblieb, da die volle Abschnürung der Linse vom Hornblatt zu spät erfolgte. Man muss sich den Verlauf in der Weise vorstellen, dass die Linse sich nur erst zum geringen Theil in der secundären Augenblase befand, resp. mit dem Hornblatt noch in partieller Verbindung stand zu einer Zeit, als schon die Entwicklung der Iris und des Corpus ciliare begann. Nach Kessler geschieht letzteres so, dass eine Verlängerung und Verdünnung der vordersten Abtheilung der secundären Augenblase eintritt, wodurch sich dieselbe über den Linsen-Aequator, in dessen Nähe sie bisher endete, nach vorn vorschiebt. Aus diesem Fortsatz entwickelt sich die Uvea der Iris und die Pars ciliaris retinae, nachdem eine sich erhebende circuläre Falte beide zuvor getrennt hat. Wenn nun zur Zeit, wo die Bildung der Iris und der Pars ciliaris retinae eintritt, der grössere Theil der Linse noch ausserhalb der secundären Augenblase liegt und in Verbindung mit dem Hornblatte steht, so ist es verständlich, dass,

wie in unserem Falle, die Pars ciliaris retinae, und damit später auch das ganze Corpus ciliare, hinter der Linse bleibt, während die Iris, sich vorschiebend, eine halsförmige Einschnürung der Linsenmasse bewirkt, wodurch dieselbe in die beschriebene, durch die Pupille nach vorn ragende kleinere Kuppel und den grösseren hinteren Abschnitt getrennt wird. Ob zu dieser Zeit der Iris-Entwickelung schon, wie in der Regel, Kopfplattengewebe auch an der Stelle des höchsten Punktes der Linsenkuppel zwischen dieser und dem Hornblatt sich befand und so, wenn auch zu spät, eine wirkliche Abschnürung der Linse vom Hornblatt bereits vorhanden war, oder ob diese erst nach dem Verwachsen der Iris erfolgte, lässt sich wohl nicht entscheiden.

Der vorliegende Befund ist demnach als Miss- und Hemmungsbildung aufzufassen.

2. Zur Licht-Empfindung an der Stelle des congenitalen Chorioideal-Coloboms.

In zwei Fällen von Chorioideal-Colobom, die mir neuerdings zur Beobachtung kamen, liess sich am Perimeter ein Gesichtsfelddefect, der im Ganzen der Gestalt des Coloboms entsprach, deutlich nachweisen, hingegen war zweifellos an der betreffenden Stelle noch quantitative Licht-Empfindung vorhanden; letztere mit Lampe und dem ophthalmoskopischen Lichtbildchen geprüft. Dieser Thatbestand erscheint um so beachtenswerther wenn man ihn mit folgendem Satz von Manz*) vergleicht: „Nach den bis jetzt vorliegenden Angaben scheint das Sehvermögen an dieser Stelle in der That völlig aufgehoben zu sein, was natürlich für vollständiges Fehlen der Netzhaut im unteren Theil des Bulbus,

*) Graefe-Saemisch, Handbuch der ges. Augenheilkunde, II. Bd., 1. Hälfte, S. 79.

dem Colobom entsprechend, argumentirt, womit auch mit einziger Ausnahme des einen Arlt'schen Falles die Sectionsresultate völlig übereinstimmen. Es ist dies eine für die Erklärung des Zustandekommens jener Missbildung besonders wichtige Thatsache." Neuerdings hat nun Manz*) selbst Gelegenheit gehabt, ein Chorioideal-Colobom anatomisch zu untersuchen, in welchem sich ebenfalls Netzhaut-Elemente nachweisen liessen. In dem jüngsten Fall von Litten**) fehlten dieselben wieder vollkommen. Meine Beobachtungen sind folgende:

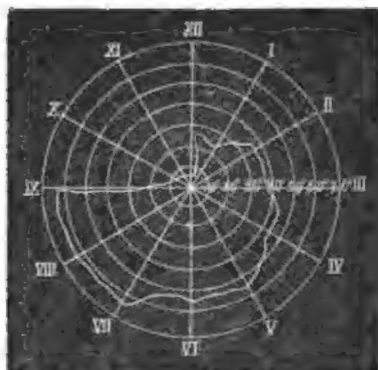
1. Gabriel B. hat auf der linken Cornea ein stecknadelknopfgrosses Leucom. In der Iris findet sich nach unten ein angebornes Colobom. Die äussere Sphincterecke desselben ist nach vorn gezogen und adhärirt dem Leucom. Es sollen in der Kindheit Augenentzündungen bestanden haben. Sonstige Missbildungen sind äusserlich nicht vorhanden.

Ophthalmoskopisch erkennt man ein unterhalb der Papille gelegenes, etwa einen Papillendurchmesser von ihr entferntes Chorioideal-Colobom, dass sich nach oben hin in seiner Begrenzungslinie einer Parabel nähert, jedoch der Art, dass die Bogenpartie, die nach der Schläfe hin liegt, nicht so hoch hinauf ragt und auch weniger steil ist als die nasenwärts gelegene. Beide Seitenränder lassen sich weithin nach unten verfolgen; ihr Ende ist nicht zu erreichen. Das Aussehen des Coloboms ist das gewöhnliche; doch setzen sich auffällig viele Gefässäste der Netzhaut auf dasselbe fort, nachdem der Hauptstamm, wie sonst, am Rande desselben erst eine Strecke weit entlang gezogen ist. Auf der Papilla optica findet sich eine kleine Partie doppeltcontourirter Nervenfasern (cf. unten). Es besteht $S = \frac{1}{10}$, Gläser bessern nicht. Die Prüfung am Scherk'schen Perimeter (mit einer weissen Kugel von 1 Cm. Durchmesser und centraler Fixation) ergiebt folgendes Gesichtsfeld:

---

*) Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde XIV, S. 1.
**) Virchow's Archiv 1876, Bd. 66, Heft I.

Gesichtsfeld 1.



Es ist hierbei auffällig, dass der Defect nach der temporalen Seite bis unter die Horizontale herabgeht, ohne sich wieder zu verkleinern, während ophthalmoskopisch der nasale Rand des Coloboms doch nicht horizontal verläuft, sondern sich in deutlicher Bogenlinie nach unten verfolgen lässt.

Prüft man durch Vorhalten der Hände, so wurde ungefähr derselbe Defect constatirt. Anders aber gestaltet sich die Prüfung mit Licht. Hier sah Patient an der dem Colobom entsprechenden Gesichtsfeldpartie noch kleine Lampe und projicirte sie richtig. Doch ist, wie er angiebt, die Intensität des Lichtes geringer als an anderen Stellen. Ebenso empfand Patient das kleine Lichtflammenbild, welches mit dem Ophthalmoskop auf das Colobom geworfen wurde. Das rechte Auge war anatomisch normal: $S = \frac{12}{20}$, E.

2. Hartmann R. hat am rechten Auge ein Iriscolobom, das nach unten und etwas nach innen gerichtet ist. Dabei besteht zugleich eine Verschiebung der ganzen Pupille nach unten, so dass ihr oberster Scheitel bei mittlerer Weite etwa dem Centrum der Hornhaut gegenüber steht. Die Farbe der Regenbogenhaut ist hier braun, während sie an dem linken normalen Auge grünlich-blau ist. Die Cornea ist eine Spur kleiner als links (verticaler Durchmesser 15 Mm., horizontaler 14,75 Mm.); in ihrer oberen Hälfte entspricht die Peripherie einem Halbkreise, in ihrer untern nimmt sie eine leicht ellipsoide Form an. Im Centrum liegen durchsichtige alte Trü-

bungen (von früheren Entzündungen her). Ophthalmoskopisch findet sich ein Chorioideal-Colobom (ähnlich der No. 87 des Jäger'schen Atlas), dessen Spitze etwa ¼ Papillendurchmesser unter der Papillar-Grenze liegt. Dasselbe zeigt verhältnissmässig wenig Gefässe, die meist am Rande verlaufen und aus kleineren Aesten der längst des Randes sich hinziehenden Netzhautgefässe bestehen. Jedoch geht eine von der Papille kommende Vene nach einer kleinen Knickung direct auf das Colobom über. In der Mitte des Coloboms kommen auch hier

Gesichtsfeld 2.



und da Gefässe aus der Tiefe. — Die der Papille zunächst liegende Grenze des Coloboms ist ziemlich kreisrund, ihr unteres Ende trotz starker Blickwendung nicht zu erkennen. Die Papilla optica hat nach der Macula lutea zu einen schwarzen Chorioidealsaum; etwa einen halben Papillendurchmesser davon entfernt findet sich ein kleiner weisslicher Fleck im normalen Roth des Augenhintergrundes, der möglicher Weise früher im Zusammenhange mit dem Colobom gestanden hat. Die Macula lutea ist erkennbar. Bei Atropinisirung erscheint der Linsenrand an Stelle des Iriscoloboms nicht normal rund, sondern flach eingekerbt.

Die Sehprüfung ergiebt H 2, 5 $\left(\frac{1}{16}\right)$ S $= \frac{1}{10}$. Das Gesichtsfeld mit der Kugel am Perimeter gemessen — bei centraler Fixation — liefert vorstehendes Bild.

Auch dieser Patient hat an der Stelle des Gesichtsfelddefectes deutlich quantitative Lichtempfindung; er projicirt noch kleine Lampe richtig. Hingegen nimmt er „kleinste Lampe", wo der Rundbrenner nur mit bläulicher Flamme brennt, nicht mehr wahr.

Diese Untersuchungen zwingen zu der Annahme, dass in beiden Fällen an der Stelle des Coloboms Netzhaut-Elemente vorhanden sind, die wenn auch in geringem Grade zu functioniren vermögen.

3. Doppeltcontourirte Nervenfasern auf der Papille.

Das ophthalmoskopische Bild der doppeltcontourirten Nervenfasern, die sich vom Rande der Papille her in die Netzhaut erstrecken, ist hinreichend bekannt und nunmehr durch eine Beobachtung Schweigger's und eine von mir, der ich jetzt noch eine zweite hinzufügen kann, auch nach der anatomischen Seite hin gesichert: die mikroskopische Untersuchung hat die am Lebenden ophthalmoskopisch gestellte Diagnose bestätigt.

Ich möchte aber weiter die Aufmerksamkeit auf eine Form des Auftretens der doppeltcontourirten Nervenfasern lenken, die ich in den ophthalmoskopischen Lehrbüchern und Atlanten noch nicht beschrieben finde, deren Kenntniss jedoch gelegentlich einen diagnostischen Werth haben kann. Es handelt sich dabei um ein beschränktes Auftreten doppeltcontourirter Nervenfasern auf der Papille selbst, ohne dass ein weiteres Hineinragen in die Netzhaut stattfindet. Man sieht alsdann auf der Papille eine mehr weniger grosse, unregelmässig geformte oder auch punkt- und strichförmige, intensiv weisse, glänzende Stelle, an der, wenn sie genügend gross und entsprechend gelegen ist, die von der Netzhaut kommenden Gefässe scharf abgebrochen verschwinden, am anderen Rande aber wieder hervortreten

und sich zur centralen Fovea fortsetzen (cf. Fig. 2). Bisweilen schimmern die Gefässe auch streckenweise noch durch. Einmal unter den vier Fällen, die ich, seitdem ich darauf aufmerksam geworden, beobachtete, überragte der weisse Strich um eine Spur die Papillengrenze; doch waren in der Netzhaut selbst weiter keine hierhergehörige Veränderungen vorhanden. Dreimal fand ich diese Abnormität einseitig; eben so oft traf sie ganz gesunde Augen, einmal sah ich sie bei dem oben beschriebenen Coloboma chorioideae.

Es fehlt mir allerdings für die angegebene Deutung des ophthalmoskopischen Bildes der anatomische Nachweis. Jedoch ist die Aehnlichkeit mit dem Verhalten der doppeltcontourirten Nervenfasern auf der Netzhaut wohl entscheidend. An pathologische Exsudationen war, abgesehen von der Intactheit der Augen, wegen des Glanzes, des in der Regel scharfen Abbrechens der sonst normalen Gefässe und des Fehlens anderweitiger entzündlicher Gewebsveränderungen, nicht zu denken.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Dermoid der Cornea mit Linsendislocation.
a) Aufsitzende Haut.
b) Cornea mit anliegender Iris.
c) Linse.
d) Corpus ciliare.

Fig. 2 und 3. Doppeltcontourirte Nervenfasern auf der Papilla optica.

Untersuchungen über die optischen Constanten ametropischer Augen.

Von

Dr. A. v. Reuss,
Privatdocent in Wien.

Als Prof. v. Arlt im Jahre 1876 an seiner Schrift „Ueber die Ursachen und die Entstehung der Kurzsichtigkeit" arbeitete, wünschte er von mir die Resultate ophthalmometrischer Linsenmessungen an myopischen Augen zu erhalten, da er der Meinung wäre, dass die Linsenflächen bei Myopen eine geringere Wölbung besässen, als bei Emmetropen.

Leider war ich nicht im Stande, fertige Messungen vorzulegen, doch versprach ich, dem Wunsche meines verehrten Lehrers nachzukommen, und dies um so mehr, als er mir alle gewünschte Unterstützung zusagte. Die Arbeit zog sich jedoch unerwartet in die Länge, es sind seitdem 1½ Jahre verflossen und die genannte Schrift v. Arlt's ist längst erschienen, ehe ich meine Messungen beendet hatte.

Ich ging wohl schon lange mit dem Plane um, Linsenmessungen auszuführen. Ich hatte mir mehrere Fragen vorgelegt. Seit einigen Jahren hatte ich einen

jungen Mann in Beobachtung, der, als ich ihn zum ersten Male untersuchte, eine M $\frac{1}{9}$ darbot, die jedoch zum Theile auf Accommodationskrampf beruhte; mit dem Spiegel war M $\frac{1}{16}$ nachzuweisen, und eine vorgenommene Atropinkur brachte auch wirklich die Refraction auf M $\frac{1}{16}$. Seitdem liess er sich in jedem Jahre während der Oster- und der Sommerferien durch längere Zeit atropinisiren; es schwanden dadurch gewisse subjective Beschwerden. Aber nach jeder Atropinkur ward die wirkliche Myopie höher gefunden, nach zwei Jahren war optometrisch und ophthalmoskopisch M $\frac{1}{8}$ vorhanden, nach Atropin wurde die Refraction nicht mehr geringer. Im Augengrunde waren keine Veränderungen erfolgt; kein Breiterwerden des Meniscus, keine Dehnungs-Erscheinungen am hinteren Pole waren zu beobachten. Sollte etwa hier der Accommodationskrampf sich in Linsenmyopie umgesetzt haben? Darüber hätte das Ophthalmometer Aufschluss geben müssen.*) Giebt es überhaupt Myopien, die auf einer erhöhten Linsenwölbung bei Erschlaffung des Ciliarmuskels beruhen?

Auch hierauf fehlt zur Stunde die Antwort. Es mussten derartige Messungen auch schon deshalb von Interesse sein, weil ja doch die früheren Messungen sich entweder um die Frage der Accommodation drehten, oder zu dem Zwecke unternommen worden waren, um die Brauchbarkeit neuer Lichtquellen und neuer Instrumente darzuthun; um den Einfluss des Refractions-

*) Diesen Aufschluss erhielt ich auch, aber in negativem Sinne: die Linsenflächen hatten eine sehr geringe Wölbung. Doch war die Messung unvollständig geblieben und konnte daher vorläufig nicht verwendet werden.

zustandes auf die optischen Constanten hatte man sich bisher nur wenig gekümmert.

Ich hatte nun zwar im Jahre 1869 bereits mit Woinow einige Linsenmessungen unternommen. Es waren die nöthigen Apparate zu Messungen mit Sonnenlicht an der Klinik angeschafft worden, die Linsenreflexe erwiesen sich als vorzüglich zu Messungen geeignet, über die Vorstadien waren dieselben jedoch nicht weit hinausgekommen. Die beschränkte Benutzbarkeit des Sonnenlichtes trug hauptsächlich die Schuld daran; wenn ich Sonnenlicht in meinem Laboratorium hatte, hielten mich Berufsgeschäfte an anderen Orten gefangen.

Die erste Sorge musste also die nach einer bequemer zu benutzenden Lichtquelle sein, aber Drummond'sches Licht hatte Rosow als unbrauchbar verworfen, Magnesiumlicht und electrisches Licht schienen theils wegen der Kostspieligkeit, theils wegen der Umständlichkeit ihrer Erzeugung wenig geeignet. Die Sache blieb also liegen, bis ich sie auf v. Arlt's Anregung ernstlich in die Hand nahm.

Hofrath Prof. v. Brücke stellte mir mit freundlichster Bereitwilligkeit das Laboratorium und die Apparate des physiologischen Institutes zur Verfügung, und Prof. S. Exner, Adjunct, sowie Docent E. Fleischl, Assistent des Institutes, liessen mir in collegialster Weise ihren Rath zu Theil werden. Allen sei hier der wärmste Dank ausgesprochen.

Die benutzten Instrumente waren das Ophthalmometer der v. Arlt'schen Klinik und ein neues, dem physiologischen Institute gehöriges Exemplar mit grösserer Dicke und einem höheren Brechungs-Index der Platten;*) für Linsenmessungen war es dem älteren entschieden vorzuziehen.

---

*) Die Constanten des ersten Instrumentes nach Professor Oppolzer's Berechnung sind: h = 3,18962 Mm., n = 1,50958 Mm.;

Zur Fixation verwendete ich eine nieder- und höherstellbare Kinnstütze, vor welcher in Mundhöhe ein Halter zum Einschieben von Brettchen angebracht war, die mit einer dicken Siegellacklage versehen, in bekannter Weise zum Einbeissen dienten und den Kopf in ausreichender Weise fixirten. Für den richtigen Ort des Auges beim Einbeissen wurde durch eine Visirvorrichtung gesorgt.

Gleich bei Beginn der Messungen zeigte es sich, dass die Schwierigkeiten derselben grösser seien, als ich glaubte, wenigstens vor Erlangung der nöthigen Uebung; ich liess also die ohnedies nicht verwendbaren Resultate, die ich an myopischen Augen gewonnen hatte, bei Seite und fing nach zwei Monaten wieder von vorne an, jedoch bei Emmetropen, wobei es sich zeigte, dass meine Messungen andere Werthe zu Tage förderten, als die Messungen früherer Beobachter. Emmetropen und Myopen waren leicht zu beschaffen, dagegen war es sehr schwierig, Hypermetropen zu erlangen, theils, weil sich unter den Personen, die sich zu stundenlangen Messungen willig hergaben, zufällig wenige befanden, theils, weil es mir an höheren Graden und an atropinisirten Augen gelegen war, das Atropinisiren aber für Hypermetropen nicht zu den Annehmlichkeiten gehört.

Im Ganzen wurden die Messungen vollständig durchgeführt an 21 Augen, worunter sich 6 emmetropische, 12 myopische, aber nur 3 hypermetropische befanden.

Im Folgenden habe ich die Personen, denen diese angehörten, der Reihe nach angeführt, und namentlich bei den Myopen einige Bemerkungen beigefügt.

---

die des zweiten nach Meyerstein's Angabe: h = 4,821 Mm., n für die Linie A = 1,6015, für B = 1,6047, für C = 1,6061, für D = 1,6109, E = 1,6176, für F = 1,6230, für G = 1,6338, für H = 1,6434 Mm. Ich benutzte den Index für E.

1) Georg M., 36 J. alt, Diener.
2) Adeline A., 37 J. alt.
3) Ida R., 27 J. alt.
4) Betty R., 23 J. alt.
5) Anton V., 36 J. alt, Diener.
6) Samuel W., 24 J. alt, Doctorand der Medizin.

Alle diese Personen waren emmetropisch auf beiden Augen und besassen keine geringere S als $\frac{20}{20}$; das rechte Auge war bei Allen das gemessene.

7) Dr. Eduard Sch., 27 J. alt. Das rechte Auge M $\frac{1}{40}$ S $\frac{20}{20}$; mit dem Spiegel dieselbe Myopie. Sah in der Jugend sehr gut die in Ferne; seit dem 13. Lebensjahre ist er kurzsichtig, seit dem 18. Jahre musste er in der Schule Gläser benutzen. Seit einem Jahre trägt er — 13 für die Ferne als Zwicker. Am linken Auge M $\frac{1}{20}$ S $\frac{20}{20?}$ Rechts nur eine Andeutung von Meniscus; links ist ein solcher vorhanden, aber sehr schmal. Seine Eltern waren angeblich nicht kurzsichtig und im Alter presbyopisch; seine Brüder sahen gut in die Ferne, zwei Schwestern sind kurzsichtig und benutzen Brillen.

8) Dr. Alfred L., 25 Jahre alt; das linke Auge M $\frac{1}{16}$, ophthalmoskopisch M $\frac{1}{30}$, also Accommodationskrampf; S $\frac{30}{20}$. Nicht atropinisirt. Das rechte Auge (No. 19) ist hypermetropisch.

Er liest meist monoculär mit dem myopischen Auge ohne Glas; mit seiner Brille (convex 36 rechts, concav 16 links) sieht er binoculär; er vereinigt die meisten stereoskopischen Bilder; der Hering'sche Fallversuch misslingt jedoch oft. Ohne Brille tritt alternirend convergirendes Schielen für die Ferne ein, trotz einer vor mehreren Jahren gemachten Myotomie der Interni. Die Gesichtshälften sind ungleich gebaut, man erkennt äusserlich sehr leicht, welches Auge das myopische, welches das hypermetropische sei. Er glaubt, mit dem linken Auge stets kurzsichtig gewesen zu sein. Sein Vater ist hypermetropisch und stammt aus exquisit hypermetropischer Familie, die Mutter, sowie deren Familie, ist ausgeprägt myopisch.

9) Anton Sch., 15 J. alt, Handelsschüler. Das rechte Auge atropinisirt M $\frac{1}{20}$ S $\frac{20}{20}$; vor Atropin M $\frac{1}{16}$. Am linken Auge gleichfalls M $\frac{1}{20}$. Sicheln scharf begrenzt, $\frac{1}{3}$ Papillendurchmesser breit, mit Resten von Chorioidealgefässen, nach aussen. Bulbi nicht glotzend, kein ausgesprochener Langbau. Erinnert sich nicht, je gut in der Ferne gesehen zu haben; glaubt nicht, dass seine Myopie zugenommen habe. Die Eltern sollen nicht kurzsichtig sein, die Geschwister sind noch nicht 5 Jahre alt.

10) Emilie H., 12 J. alt. Rechtes Auge M $\frac{1}{12}$ und S $\frac{20}{20}$ beider Augen. Mit dem Spiegel findet man M $\frac{1}{40}$ am innern, M $\frac{1}{36}$ am äusseren Rande der Papille; in der Gegend der Macula lutea etwa M $\frac{1}{24}$. Nach 12tägiger energischer Atropinkur rechts M $\frac{1}{18}$, links M $\frac{1}{20}$. In diesem Zustande wurde das rechte Auge gemessen.

11) Hermine W., 27 J. alt. Linkes Auge M $\frac{1}{16}$ S $\frac{20}{30}$ (am rechten Auge M $\frac{1}{20}$ S $\frac{20}{30}$ bis $\frac{20}{20?}$). Spiegelmyopie übereinstimmend. Papillen in der äusseren Hälfte blass, bei schwacher Beleuchtung mit deutlich grünlichem Tone, ohne physiologische Excavation. Netzhautvenen sehr stark geschlängelt, ohne dicker zu sein. Sicheln schmal, $\frac{1}{5}$ Papillendurchmesser breit; keine Dehnungs-Erscheinungen am hinteren Pole. Augen leicht glotzend, Langbau erkennbar. Vordere Kammer anscheinend nicht tief. Der Vater soll nicht myopisch gewesen sein, ihre Mutter ist früh gestorben. Alle ihre Geschwister sind myopisch. Sie selbst ist kurzsichtig seit sie sich zu erinnern weiss. War als Kind scrophulös und rhachitisch, Verdacht auf Tuberkulose.*)

*) Ich führe diese Umstände deshalb an, weil mir die Ansicht v. Arlt's, dass M. in manchen Fällen „auf verminderter Scleral- und Chorioidealresistenz in Folge allgemeiner körperlichen Be-

12) und 16) Therese K., 12 J. alt. Rechts M $\frac{1}{9}$ S $\frac{20}{30?}$, Links M $\frac{1}{4}$ *) S $\frac{20}{100}$. Mit dem Spiegel lässt sich dieselbe Myopie constatiren. Sichelfiguren an beiden Augen scharf begrenzt, links nach aussen, von circa ½ Papillendurchmesser, rechts (am schwächer myopischen Auge) von mehr als scheinbarem Papillendiameter, grösste Breite nach aussen unten, Papille entsprechend schief gestellt. Das Pigment-Epithel im ganzen Augengrunde rarificirt. Bulbi von deutlich myopischer Form. Ihre Schwester hat an beiden Augen gemischten Astigmatismus.

13) Ignaz M., 16 J. alt, Student. Rechtes Auge M $\frac{1}{6}$, S $\frac{20}{20}$. Bulbi von entschiedenem Langbau. Sicheln schmal, von ⅓ Papillendurchmesser.

14) Franz St., 16 J. alt, Student. Rechtes Auge. M $\frac{1}{6}$ oc. utr., S $\frac{20}{20?}$ oc. dextr., S $\frac{20}{30}$ oc. sin. Kein Accommodationskrampf. Sicheln nach aussen, halb papillenbreit, scharf begrenzt, Reste von Stromagefässen innerhalb derselben. Myopie progressiv. Glaubt in der Volksschule gut auf die Tafel gesehen zu haben; hatte im J. 1872 R. M $\frac{1}{10}$, L. M $\frac{1}{9}$; im J. 1873 R. M $\frac{1}{9}$, L. M $\frac{1}{8}$; im J. 1875 und zur Zeit der Messung M $\frac{1}{6}$ an beiden Augen, im September 1877 R. M $\frac{1}{5}$, L. M $\frac{1}{4½}$. Die Mutter ist presbyopisch, der Vater starb früh. Zwei Brüder kurzsichtig, zwei andere und eine Schwester sind

schaffenheit" beruhe (l. c., p. 15), ganz begründet zu sein scheint. In vielen Fällen von höhergradiger M. bei Kindern lässt sich ein Allgemeinleiden, z. B. Rhachitis als noch bestehend oder als überstanden nachweisen.

*) Das corrigirende Glas — 3½, ½'' vor dem Auge. Die Distanz vom Hauptpunkte ist bei allen Myopen von $\frac{1}{7}$ an berücksichtigt.

es angeblich nicht. Lang, mager, von blasser Gesichtsfarbe. Bulbi weder glotzend, noch von auffallender Länge.

15) Emil E., 22 J. alt, Mediziner. Rechtes Auge M $\frac{1}{5}$, S $\frac{20}{20?}$ (am anderen Auge M $\frac{1}{5\frac{1}{2}}$). Keine Glotz-Augen.

17) Adolf F., 21 J. alt, Comptoirist. Rechtes Auge M $\frac{1}{4}$, S $\frac{20}{20?}$ (Links M $\frac{1}{4}$, S $\frac{20}{30}$). Spiegelmyopie nicht differirend. Beiderseits Sicheln nach aussen, von etwa ½ Papillendurchmesser, am rechten Auge scharf begrenzt, in ihrer ganzen Fläche Reste von Chorioidealgefässen sichtbar. Am linken Auge besteht sie aus zwei deutlich geschiedenen Theilen, einem schmäleren, innerhalb welches die Sclera ganz rein daliegt, und einem anschliessenden breiteren mit Resten von Stromagefässen; äussere Begrenzung leicht zackig. Sonst keine Zeichen von Ectasirung am hinteren Pole. Bulbi zwar leicht eiförmig, aber nicht glotzend. Horizontaldurchmesser der Cornea (nur mit dem Zirkel gemessen) etwa 11,3 Mm. War stets kurzsichtig, sah wenigstens im 6. Lebensjahre nicht mehr auf die Schultafel. Ist seit dem 13. Lebensjahre stets mit Schreiben beschäftigt, in den letzten Jahren in einem schlecht beleuchteten Comptoir. Vor einem Jahre war am linken Auge M $\frac{1}{4\frac{1}{2}}$; rechts dieselbe M. wie jetzt. Die Eltern scheinen nicht kurzsichtig zu sein. Der Vater ist 48 J. alt und beginnt weitsichtig zu werden, die Mutter, 45 J. alt, sieht gut in der Nähe und Ferne. Von 6 Geschwistern sind zwei jüngere Brüder kurzsichtig, aber geringer als er, zwei Schwestern sind ebenfalls myopisch, die ältere in höherem Grade, die jüngere (12 J.), die ich gesehen, hat M $\frac{1}{36}$, kleine Coni, Cornealdurchmesser ca. 10,5 Mm.; sie will in der Schule nie gut auf die Tafel gesehen haben. Eine 13j. und eine 10j. Schwester sollen gut in die Ferne sehen.

18) Josef H., 18 J. alt, Beamter. Linkes Auge. M $\frac{1}{3}$ auf jedem Auge, S $\frac{20}{40}$ links, S $\frac{20}{50?}$ rechts. Typischer hochgradiger Myops mit bedeutend glotzenden Augen.

19) Dr. Alfred L., rechtes Auge Hm $\frac{1}{36}$, totale H. mit dem Spiegel bestimmt $\frac{1}{18}$, S $\frac{20}{20}$. Nicht atropinisirt. (Das linke myopische Auge siehe No. 8.)

20) Sigmund F., 20 J. alt, Mediziner. Rechtes Auge. Hm $\frac{1}{30}$; Ht nach Atropin $\frac{1}{20}$. S $\frac{20}{20}$. Im Jahre 1872 M $\frac{1}{60}$ an beiden Augen; ophthalmoskopisch rechts H $\frac{1}{20}$, links E. Im October 1876 rechts Hm $\frac{1}{30}$, links M $\frac{1}{60}$.

21) Marie R., 33 J. alt. Hm $\frac{1}{9}$, S $\frac{20}{20}$ auf beiden Augen. Sieht ohne Brille sehr schlecht in die Ferne. Kein Flachbau des Gesichts. Vater leicht myopisch, Mutter stark hypermetropisch; ein Bruder und eine Schwester (No. 4) haben Emmetropie auf einem, M $\frac{1}{60}$ auf dem anderen Auge, ein Bruder und eine Schwester sind myopisch. Wurde nicht atropinisirt.

Ausser diesen wurde noch in den Tabellen der Cornealmessungen und der Vorderkammer angeführt: Dr. Franz E., rechtes Auge E, S $\frac{20}{20}$; Dr. Z., 24 J., M ca. $\frac{1}{36}$, das rechte Auge; Gustav K., 14 J., M $\frac{1}{8}$, rechtes Auge.

Ich habe absichtlich etwas ausführlichere Notizen, namentlich über die Myopen gegeben, so weit sie mir eben zu Gebote standen. Wenn bei zwei Individuen bei gleicher Refraction der Augen der Bau derselben trotzdem differirt, so dürfte die Ursache vielleicht in der verschiedenen Entstehungsweise der Refraction liegen. Bin ich auch nicht in der Lage, von den angegebenen Daten selbst ausgiebigen Gebrauch zu machen, so dürften sie sich doch möglicher Weise in der Folge als verwendbar erweisen.

I. Die Krümmung der Hornhaut.

Da sich meine Messungen vorzüglich auf die Linse beziehen sollten, so wurde der Cornea nur die nothwendigste Berücksichtigung geschenkt. Das ist immerhin nicht wenig, da der Radius in der Gesichtslinie $= \varrho_0$, dann 20^0 nach innen von derselben $= \varrho_1$ und ebensoweit nach aussen $= \varrho_2$ gemessen werden musste, um daraus die Grösse des Winkels α, das Quadrat der numerischen Excentricität $= \varepsilon^2$, die halbe grosse Axe $=$ a, die halbe kleine Axe $=$ b, endlich den Radius im Scheitel der Ellipse $= \varrho$ zu berechnen. Letztere Grösse, sowie die des Winkels α sind zu den weiteren Berechnungen nothwendig. Die Messungen wurden in bekannter Weise mit Hülfe des Woinow'schen Spiegel-Apparates vorgenommen, zur Bestimmung des Winkels α wurde Woinow's Methode*) benutzt, und die Berechnung nach den von Helmholtz**) und Knapp***) gegebenen Formeln ausgeführt. Die erhaltenen Werthe, sowie diejenigen für die vordere ($f_,$) und hintere ($f_{,,}$) Brennweite der Hornhaut sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Bei Berechnung letzterer Grössen wurde der Brechungs-Index des Humor aqueus = 1,3365 Mm. angenommen.

*) Reuss und Woinow, Ophthalmometrische Studien, p. 56.
**) A. f. O., I, 2.
***) Die Krümmung der Hornhaut, pag. 17—21.

Tabelle I.

Namen.	Refraction.	ϱ_0	ϱ_1	ϱ_2	α	ε^2	a	b	ϱ	f'	f''
Georg M. . .	E	7,69375	8,51760	7,7570	8° 33' 42''	0,315425	11,1211	9,20148	7,61390	22,6246	30,2378
Adeline A. . .	E	7,58375	8,44745	7,8395	5° 21' 54''	0,395612	12,4870	9,70775	7,54704	22,4280	29,97504
Ida R.	E	7,64125	7,75425	7,96185	—4°55'26''	0,055669	8,0899	7,8615	7,63954	22,7029	30,34241
Betty R. . . .	E	7,38025	7,60850	7,60850	0°	0,0171838	7,500928	7,44448	7,38025	21,9323	29,31255
Anton V. . . .	E	7,05120	8,22975	7,64150	3° 9' 46''	0,64434	19,7673	11,7987	7,03046	20,8929	27,92336
Samuel W. . .	E	7,02470	7,15955	7,01525	11° 22' 50''	0,0593642	7,44444	7,22009	7,0025	20,8098	27,8128
Franz E. . .	E	7,7350	8,6510	7,2080	10° 30' 21''	0,316972	11,1448	9,21069	7,61217	22,6216	30,23377
Eduard Sch. .	$M\frac{1}{40}$	8,0046	8,22405	8,16135	1° 42' 18''	0,129646	9,19536	8,5788	8,00322	23,7837	31,78692
Z.	$M\frac{1}{36}$	7,2520	7,57825	7,42425	3° 7' 35''	0,186623	9,11599	8,22147	7,41474	22,0348	29,44954
Alfred L. L. A.	$M\frac{1}{30}$	7,31975	7,7735	7,53975	3° 28' 25''	0,25349	9,7916	8,4600	7,30957	21,7222	29,03173
Anton Sch. . .	$M\frac{1}{20}$	8,08310	8,63920	8,08310	10°	0,19628	9,96676	8,9358	8,01145	23,8082	31,81965
Emilie H. . .	$M\frac{1}{18}$	6,99560	7,26330	7,26330	0°	0,211613	8,87331	7,87871	6,99560	20,7049	27,7049

Namen.	Refraction.	ϱ_0	ϱ	ϱ_2	α	ε^2	a	b	ϱ	f	f'
Hermine W. .	M $\frac{1}{16}$	7,3830	7,7020	7,50125	4° 29′ 27″	0,169194	8,86913	8,08409	7,36853	21,8975	29,26608
Therese K. R. A.	M $\frac{1}{9}$	7,36925	8,03595	7,7020	1° 19′ 51″	0,425657	12,7865	9,69037	7,3459	21,8243	29,1682
Ignaz M. . . .	M $\frac{1}{6}$	7,83675	8,23545	7,85070	9° 20′ 56″	0,14466	9,11078	8,42606	7,79281	23,1584	30,95121
Franz St. . . .	M $\frac{1}{6}$	7,6195	7,86459	7,74325	3° 20′ 27″	0,136112	8,81394	8,19215	7,61421	22,6276	30,2418
Emil E.	M $\frac{1}{5}$	7,2315	7,8792	7,5971	3° 11′ 26″	0,365368	11,3753	9,06199	7,21912	21,4535	28,67262
Therese K. L. A.	M $\frac{1}{4}$	6,99555	7,5425	7,4875	0° 31′ 13″	0,398508	11,6179	9,01037	6,98807	20,8148	27,80287
Adolf F. . . .	M $\frac{1}{4}$	7,7240	8,0331	7,78175	6° 55′ 52″	0,135213	8,90531	8,2814	7,7012	22,8861	30,5873
Josef H. . . .	M $\frac{1}{3}$	8,0502	8,77195	8,44925	2° 50′ 18″	0,375068	12,8639	10,1692	8,0391	23,8903	31,9294
Alfred L. R. A.	Hm $\frac{1}{36}$	7,5360	8,1927	7,66075	7° 0′ 33″	0,282389	10,4349	8,83962	7,48621	22,2532	29,74141
Sigmund F. .	Ht $\frac{1}{20}$	7,3844	7,73775	7,56450	0° 49′ 43″	0,148525	8,67209	8,00219	7,38405	21,9437	29,32775
Marie R. . . .	Hm $\frac{1}{9}$	7,27115	7,50400	7,30875	7° 18′ 26″	0,102496	8,10789	7,6683	7,25258	21,5528	28,80533

Die Zusammenstellung vermag uns nichts Neues zu bieten. Cornealmessungen, namentlich Messungen des Radius sind übrigens schon so viele veröffentlicht worden, dass die Anzahl der von mir gemessenen Augen nicht in die Wagschale fallen kann.

Donders*) hat bekanntlich durch seine Messungen gefunden, „dass Myopen durchschnittlich eine weniger convexe Hornhaut haben, als Emmetropen, und dass in den höchsten Graden von Myopie die Hornhaut am flachsten ist." Mauthner**) fand dagegen, dass nach seinen Messungen im Mittel der Radius bei Myopie sowohl, als bei Hypermetropie kleiner sei als bei Emmetropie, dass bei hochgradiger Hypermetropie der Radius zunehme, bei hochgradiger Myopie dagegen abnehme; fügt jedoch hinzu, dass man aus der relativ zu beschränkten Anzahl von Messungen keinen positiven Schluss ziehen könne.

Aus den in der vorliegenden Tabelle aufgeführten Radialgrössen lässt sich ein Zusammenhang zwischen Cornealkrümmung und Refractionszustand nicht ersehen. Die Hypermetropen haben freilich durchwegs kleine Radien, aber es sind eben nur drei Augen; bei den Myopen fand ich nicht weniger als dreimal Radien von 8 Mm. Länge, die sich aber nicht an hohe Myopiegrade binden $\left(\text{bei M } \frac{1}{40}, \text{ M } \frac{1}{20} \text{ und M } \frac{1}{4}\right)$; ich fand aber auch zweimal Radien unter 7 Mm., freilich bei 12jährigen Mädchen, aber auch, wenn ich diese nicht berücksichtige, solche von 7,23 Mm. und das bei M $\frac{1}{5}$, 7,31, 7,25 u. s. w.

Bei den Emmetropen treffen wir auffallend kleine

*) Annomalien d. Refr. u. Acc. Deutsche Ausg., pag. 76, 77; pag. 309.

**) Vorlesungen über d. opt. Fehler d. Auges, pag. 616.

Radien (7,00 Mm.) neben ausgesprochen grossen, wenn auch nicht maximalen (7,61). Die Mittelzahlen aus meinen Messungen würden ganz im Donders'schen Sinne sprechen. Aus den Radien in der Gesichtslinie berechnet, würde sich für E. 7,44, für M. 7,52, für H. 7,39 als Mittel ergeben. Aber gegen diese Zahlen lassen sich, wie gegen Mittelzahlen aus sehr differenten Einzelwerthen berechtigte Einwendungen geltend machen; es würde sich aus denselben auch ergeben, dass ich kleinere Radien gefunden habe, als Andere, und doch fand ich welche von allen Grössen.

Ich halte die Frage überhaupt nicht für endgiltig gelöst. Wenn man beweisende Mittelwerthe erhalten will, so muss man gewisse Extreme ausscheiden, und die Mittelwerthe nicht aus einer grossen Anzahl ohne Auswahl zusammengestellter Augen berechnen. Es giebt z. B. abnorm kleine Cornealhalbmesser bei Myopen, welche allein im Stande wären, Myopie hervorzurufen und es vielleicht auch wirklich thun, die sogenannte Cornealmyopie, deren Vorkommen Weiss*) nach den an O. Becker's Klinik gemachten Beobachtungen für erwiesen ansieht. Diese dürften wohl nicht mit in die Rechnung einbezogen werden. Es müssten ferner nur die Augen Erwachsener berücksichtigt werden, da es scheint, dass der Radius in Kinder-Augen viel kleiner ist. Die Beobachtungen über diesen Punkt sind jedoch noch zu spärlich. Woinow**) will zwar finden, dass die Hauptdifferenz zwischen den Augen von Erwachsenen und Kindern in einem geringeren Abstand der brechenden Flächen bestehe, während die Krümmung derselben die gleiche ist, und die von ihm gemessenen drei Kinder-

---

*) A. f. O., XXII, 3, p. 26.

**) Congrès périodique international d'ophthalmologie. 4e Session — Londres 1872. Compte rendu par Warlomont, p. 59, 60.

Augen zeigen auch bezüglich der Cornea Radien, die auch Erwachsene haben könnten (7,63 bei einem 9jähr. E; 7,43 bei 7jähr. H $\frac{1}{24}$ und 7,28 bei 6jähr. H $\frac{1}{48}$); aber unter den von Mauthner*) gemessenen Augen hat ein 14jähr. Emmetrop $\varrho_0 = 7{,}09$ und 7,06, ein 16jähr. E. 7,39 Mm.; es kommen also die kleinsten Radien bei den jüngsten Individuen vor. Ein 10jähr. Hypermetrop hat freilich 8,19 (bei sehr grossem Cornealdurchmesser von 12,46 Mm.). Dagegen treffen wir 6,98 und 7,13 als Radialwerthe eines 15jähr. Hypermetropen.

Unter den Myopen fand Mauthner 7,28 und 7,39 bei einem 13jähr., 7,24 und 7,17 bei einem 12jähr. Individuum; diesem stehen zwar auch einige grosse Radien bei gleichalterigen Kindern gegenüber, wir dürfen aber auch nicht vergessen, dass wir beweisende Zahlen bei jüngeren Kindern suchen müssten; das jüngste der von Mauthner gemessenen Individuen ist aber 10 Jahre alt. Untersuchen wir, wie oft bei Personen unter 16 Jahren (nach Mauthner's Messungen) der Hornhautradius unter 7,5 Mm. lang war, so finden wir, dass dies in 44,7 % der Augen der Fall war; in 55,3 % war er jedoch länger; bei älteren Individuen war er nur in 30,8 % der Augen kleiner, in den anderen 69,2 % grösser als 7,5 Mm.

Donders ordnet zwar die Cornealradien ebenfalls nach den Lebensjahren, macht aber Gruppen von je 20 Jahren, sondert also die Kinder nicht.

Ich will hier nur noch anführen, dass die kleinsten der von mir gemessenen Radien (6,99 Mm.) 12jährigen Mädchen angehören.

Die Frage über die Hornhautwölbung der Kinder ist also als eine offene zu betrachten.

Die Absicht, dieselbe zu beantworten, führte mich

*) l. c., p. 598 ff.

schon vor längerer Zeit darauf, bei der Schwierigkeit Säuglinge zu verwenden, an jungen Thieren die Hornhaut zu messen und die Messung von Zeit zu Zeit zu wiederholen. In meinen Notizen aus dem Jahre 1870 finde ich Messungen an einem 6 Wochen alten Kaninchen, die nach einiger Zeit wiederholt wurden. Sie lauten: Hornhautradius im horizontalen Meridiane (entsprechend der Verbindungslinie der beiden Augenwinkel) 6,0956, in darauf senkrechter Richtung 6,2375; nach 44 Tagen an demselben Auge horizontal 6,8470, vertical 6,8975. Die Messung blieb vereinzelt, ist also nicht beweisend, da die Wölbung der Kaninchen-Cornea complicirt ist und man nicht controliren kann, ob dieselbe Cornealstelle wiedergemessen wurde.*)

Nach meinem Dafürhalten müsste man also Kinder-Augen vollkommen von der Betrachtung ausschliessen; auch Augen Erwachsener, die sich als Ausnahmsfälle in was immer für Hinsicht erweisen, sollten nicht mit in Betracht gezogen werden.

Aber Eines ist auch heute schon klar, dass trotz des grossen Einflusses, den die Hornhaut auf den Gang der Lichtstrahlen ausübt, sie doch nur in Ausnahmsfällen den Refractionszustand des Auges bestimmt (Cornealmyopie), und dass die Wölbung derselben nicht in einem bestimmten Verhältnisse mit dem Refractionsgrade steigt und fällt. Vielleicht zeigt sich jedoch ein solches Verhältniss, wenn man mit grossen Zahlen arbeitet. Sowie bei Emmetropen Radien aller Grössen vorkommen, so wird dies zweifellos auch bei jedem Refractionsgrade der Fall sein. Stellte man nun eine grosse Anzahl Fälle, z. B. ein und desselben Myopiegrades zusammen, und nähme man aus diesen, wahrscheinlich sehr differenten

---

*) Vergl. Schelske, A. f. O., X, 2, p. 11—14.

Zahlen das Mittel, so wäre es möglich, dass diese Zahl anders lautet als die Mittelzahl eines anderen Myopiegrades, dass z. B. bei M $\frac{1}{x}$ grössere oder kleinere Radien häufiger sind als bei E oder M $\frac{1}{y}$, und dass man auf diese Weise irgend ein constantes Verhältniss erlangen würde. Aus Mauthner's Zahlen erhält man übrigens das Resultat, dass der Radius der Cornea bei Myopen in einer grösseren Anzahl von Fällen ein gewisses Maass überschreitet als bei Hypermetropen; er ist nämlich bei Hypermetropen nur in 56,45 % der Augen grösser als 7,5 Mm., bei Myopen dagegen in 69,2 %. Das spräche ziemlich in Donders' Sinne. Wenn dieser auch nur zum Theile Recht behält, so zeigt es sich also, dass die Cornea in vielen Fällen wenigstens eher die Myopie theilweise zu compensiren, als sie zu vergrössern sucht. Bei den von mir gemessenen Augen könnten wir wohl nur in einem Falle (Emil E.) annehmen, dass seine Myopie durch die starke Cornealkrümmung gesteigert wird.

Was den Winkel α betrifft, fand ich ihn bei Emmetropen von 0° bis 11° gross, bei Myopen von 0° bis 10°, bei Hypermetropen von fast 1° bis 7°. Eine Abhängigkeit von der Refraction lässt sich nicht ersehen. Mauthner hat, auf eine sehr grosse Zahl von Messungen gestützt, eine eingehende höchst interessante Arbeit über diesen Winkel geliefert; die wenigen Messungen, die mir zu Gebote stehen, können dem gegenüber nicht viel beweisen.

Auch bezüglich der anderen in der Tabelle aufgeführten Werthe möge es genügen, sie angeführt zu haben, indem sich vorläufig keine constante Beziehung zur Refraction nachweisen lässt. Die absoluten Zahlen differiren nicht von denen, welche Mauthner gefunden.

Was die Brennweiten der Cornea anbelangt, gilt alles in Betreff des Hornhautradius Gesagte, da zur Berechnung derselben ausser dem Radius im Hornhautscheitel bei allen nur noch eine und dieselbe schematische Zahl für den Brechungs-Index des Kammerwassers in Verwendung kommt.

II. Entfernung der Pupillar-Ebene vom Hornhautscheitel (x'). Abstand der Pupillenmitte von der Hornhaut-Axe (y').

Zur Bestimmung des Ortes der vorderen Linsenfläche, resp. der Entfernung des Cornealscheitels von der Ebene der Pupille wurde die von Helmholtz*) angegebene Methode benutzt, welche wir in allen über denselben Gegenstand handelnden Schriften reproducirt finden. Auf einem schmalen langen Tische, wie er zur Bestimmung des Winkels α nach Woinow benutzt wird, bringt man in der Mitte, und zwar in der Höhe des Ophthalmometerrohres eine kleine hellbrennende Gasflamme an; gleichweit nach rechts und links von derselben nächst den Enden des Tisches werden die Orte für die Aufstellung des Ophthalmometers markirt. Das beobachtete Auge befindet sich 2000 Mm. von der Flamme entfernt, eine beide verbindende Linie steht senkrecht auf der Axe des Tisches, so dass das Ophthalmometer in beiden Stellungen gleichweit vom Auge entfernt ist, und die Axe des Instrumentes den gleichen Winkel mit der Mittellinie der Aufstellung einschliesst. Man bringt nun das Ophthalmometer in eine beliebige der beiden Positionen, dreht die Platten so, dass die verdoppelten Pupillen um die Hälfte ihres horizontalen Durchmessers verschoben werden und rückt ein Visir-

*) A. f. O., II, 2, p. 31 ff.

zeichen (in der Höhe der Flamme), während dasselbe vom gemessenen Auge fixirt wird, so lange hin und her, bis die verdoppelten Cornealreflexe der Flamme mit den Rändern der verdoppelten Pupille zusammenfallen. Bei dieser Stellung wird die Entfernung des Visirzeichens von der Flamme notirt. Darauf wird das Ophthalmometer in die zweite Stellung gebracht und ohne an den Platten etwas zu ändern, das Fixationszeichen wieder so lange verschoben, bis die Cornealreflexe die gewünschte Lage haben, und die zweite Stellung des Visirzeichens angemerkt. Das gemessene Auge muss natürlich durch eine demselben nahestehende, seitlich oder besser über demselben angebrachte Lampe beleuchtet werden. Bei stärker myopischen Augen kann man als Visirzeichen ein zweites, jedoch ganz kleines Gasflämmchen benutzen, welches bei der Messung durchaus nicht hinderlich ist.

Die Stellung des Visirzeichens war nun bei verschiedenen Augen eine verschiedene. Nennen wir, vom gemessenen Auge gerechnet, die eine Hälfte des Tisches die nasale, die andere Seite die temporale, so stand in den meisten Fällen das Fixationszeichen auf derselben Seite, wie das Ophthalmometer, und zwar stand dasselbe fast ausnahmslos bei der Temporalstellung des Ophthalmometers, sehr nahe der Mittellinie der Aufstellung (also der Flamme) mit der es in einzelnen Fällen fast zusammenfiel; die Distanz des Visirzeichens bei der Nasalstellung war meist eine viel grössere. Nur selten war diese Distanz auf der nasalen Seite kleiner als auf der temporalen, oder gleich gross. Auch kam es bei einem der Gemessenen vor, dass auch bei der Temporalstellung des Instrumentes das Visirzeichen auf die nasale Seite des Tisches zu stehen kam. Ich werde auf diese Verhältnisse noch ausführlicher zurückkommen.

Bei den Berechnungen haben wir es jedoch mit der

Gesichtslinie (welche auf das Visirzeichen gerichtet ist) nur in so fern zu thun, als wir sie mit Hilfe des uns bekannten Winkels α zur Bestimmung der Lage der Hornhaut-Axe benutzen.

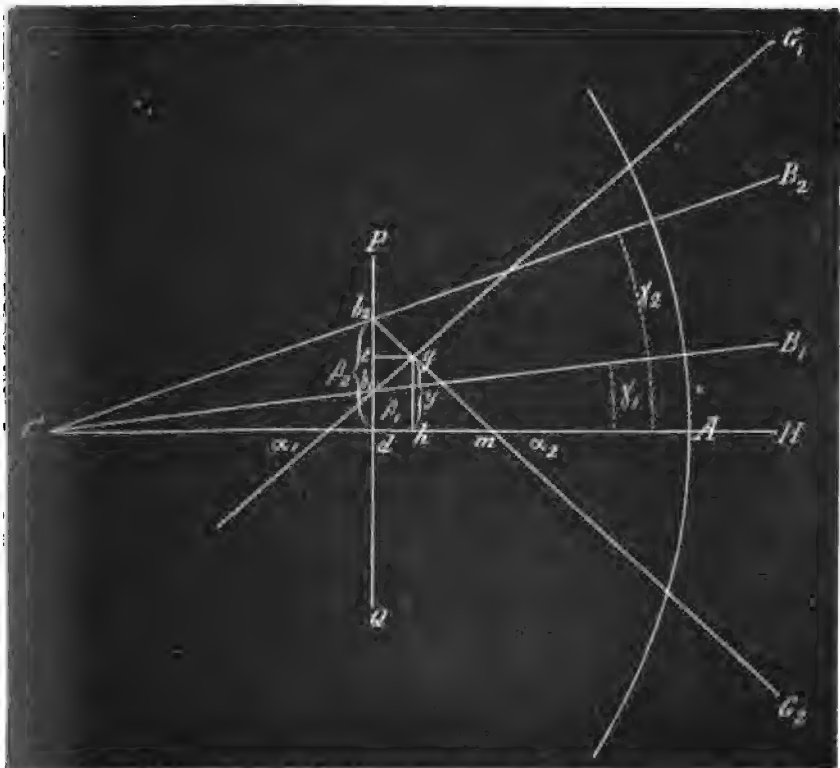
Die Lage der Hornhaut-Axe zur Mittellinie ist sehr verschieden. In der Mehrzahl der Fälle liegt sie bei beiden Ophthalmometerstellungen auf der entsprechenden Seite, doch ist der Winkel zwischen den beiden Linien bald nasal grösser, bald temporal. Seltener kommt die Hornhaut-Axe bei beiden Messungen auf dieselbe Seite zu liegen, und zwar bald auf die temporale, bald auf die nasale. Diese Lage der Hornhaut-Axe darf jedoch bei den Berechnungen nicht ausser Acht gelassen werden.

Knapp*) hat die Entwickelung der betreffenden Formeln ausführlich gegeben, doch gelten diese nur für solche Fälle, bei welchen die Hornhaut-Axe in beiden Einstellungen auf dieselbe Seite zu liegen kommt, was zufällig bei allen 4 von ihm gemessenen Augen geschah. Es wird nicht überflüssig sein, in Kürze Knapp's Entwickelung hier wiederzugeben.

Die Mittellinie der Aufstellung bildet mit der Hornhaut-Axe in jeder der beiden Einstellungen einen Winkel und ist der beiden Winkel gemeinschaftliche Schenkel. Knapp construirt seine Zeichnung der Art, dass er die Hornhaut-Axe CH als gemeinschaftlichen Schenkel annimmt, so dass jetzt zwei Verbindungslinien zwischen Lampe und Auge, B_1C und B_2C vorhanden sind. Ist nun $Ad = \frac{\varrho}{2}$, nennen wir $gh = y$, $b_1d = \beta_1$ und $b_2d = \beta_2$, so ist $\beta_1 = \frac{\varrho}{2} \tang \gamma_1$, und $\beta_2 = \frac{\varrho}{2} \tang \gamma_2$.

*) A. f. O., VI, 2, p. 11, 12.

Fig. 1.



Ferner ist $b_2 e = \beta_2 - y = b_2 g \sin\alpha_2$.

Es verhält sich nun

$$\frac{b_2 g}{\beta_2 - \beta_1} = \frac{\sin b_2 b_1 g}{\sin b_2 g b_1} \text{ und}$$

$$b_2 g = \frac{\cos \alpha_1 (\beta_2 - \beta_1)}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

Da nun $y = \beta_2 - b_2 g \sin \alpha_2$, so erhalten wir

$$y = \beta_2 - \frac{\cos \alpha_1 \sin \alpha_2 (\beta_2 - \beta_1)}{\sin \alpha_1 \cos \alpha_2 + \cos \alpha_1 \sin \alpha_2}$$

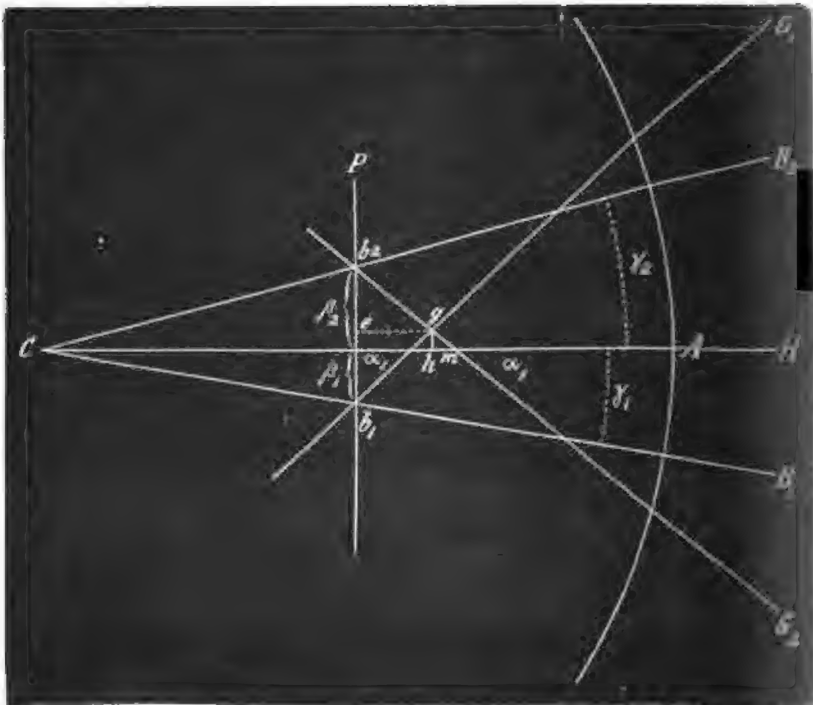
und wenn wir Zähler und Nenner durch $\cos\alpha_1 \sin\alpha_2$ dividiren, so ist

$$y = \beta_2 - \frac{\beta_2 - \beta_1}{\frac{\tang \alpha_1}{\tang \alpha_2} + 1}$$

$$y = \frac{\beta_2 \tang \alpha_1 + \beta_1 \tang \alpha_2}{\tang \alpha_1 + \tang \alpha_2}$$

Dieselbe Formel haben Aubert*) und Woinow**) gegeben.

Fig. 2.



Liegt jedoch, und das war unter den von mir gemessenen Augen der häufigere Fall, B_1 und B_2 auf ver-

*) Graefe-Saemisch, Handb. II, 2, p. 426.
**) Ophthalmometrie, p. 78, 79.

schiedenen Seiten der Hornhaut-Axe, so erhalten wir die in Fig. 2 gegebene Construction und die Berechnung muss jetzt lauten:

$$\frac{b_2 g}{\beta_2 + \beta_1} = \frac{\sin g\, b_1 b_2}{\sin b_1 g b_2}$$

$$b_2 g = \frac{(\beta_2 + \beta_1) \cos \alpha_1}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

$$g h = y = \beta_2 - \frac{\cos \alpha_1 \sin \alpha_2 (\beta_2 + \beta_1)}{\sin \alpha_1 \cos \alpha_1 + \sin \alpha_2 \cos \alpha_2}$$

$$y = \beta_2 - \frac{\beta_2 + \beta_1}{\frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} + 1}$$

$$y^* = \frac{\beta_2 \tan \alpha_1 - \beta_1 \tan \alpha_2}{\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2}$$

Auf dieselbe Weise erhalten wir zwei Formeln für x, das heisst für den Ort der Pupillar-Ebene.

Die Berechnung nach Knapp, also für den Fall, dass B_1 und B_2 auf derselben Seite liegen, lautet:

$$x = \frac{\varrho}{2} - d h$$

$$e g : b_2 g = d m : b_2 m$$

$$e g = d h = \frac{d m \cdot b_2 g}{b_2 m}$$

$$d m = b_2 m \cos \alpha_2, \; d h = b_2 g \cos \alpha_2$$

Nach der Berechnung von y ist

$$b_2 g = \frac{\cos \alpha_1 (\beta_2 - \beta_1)}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)} \text{ also}$$

$$d h = \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha^2 (\beta_2 - \beta_1)}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

Durch Division von Zähler und Nenner durch $\cos \alpha_1 \cos \alpha_2$ erhält man

$$x = \frac{\varrho}{2} - \frac{\beta_2 - \beta_1}{\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2}$$

Liegen jedoch B_1 und B_2 auf verschiedenen Seiten der Hornhaut-Axe, so ist aus der 2. Berechnung für y einzusetzen

$$\beta_2 g = \frac{\cos \alpha_2'(\beta_2'' + \beta_1)}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

Wir erhalten demnach

$$d h = \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 (\beta_2 + \beta_1)}{\sin (\alpha_1 + \alpha_2)} \text{ und}$$

$$x^* = \frac{\varrho}{2} - \frac{\beta_1 + \beta_2}{\tang \alpha_1 + \tang \alpha_2}.$$

Die beiden mit einem * bezeichneten Formeln für x und y sind die ursprünglich von Helmholtz gegebenen; sie werden von keinem späteren Autor wiederholt, denn die gleichlautende Formel, die Woinow (l. c., pag. 79) giebt, beruht, da er Knapp's Entwicklung derselben copirt, nur auf einem Druckfehler.

Wir kommen natürlich zu denselben Resultaten, wenn wir die Werthe auf einer Seite der Mittellinie positiv, auf der anderen negativ nehmen, und nach einer beliebigen Formel rechnen. Als Werth für β_2 ist immer der grössere zu nehmen.

Die Grösse y stellt den scheinbaren Abstand der Pupillenmitte von der Hornhaut-Axe, resp. dem Punkte, in welchem diese die Ebene der Pupille schneidet, vor. Ihr Werth, sowie ihre Lage ist sehr verschieden; da sie bisher noch wenig berücksichtigt wurde, wollen wir sie, trotz ihrer geringen Wichtigkeit, eingehender betrachten.

Ich habe in der folgenden Tabelle die Winkel zusammengestellt, wie sie einerseits direct durch die Beobachtung gewonnen werden, also die Winkel zwischen der Mittellinie der Aufstellung und der Gesichtslinie; andererseits, wie man sie nach Berücksichtigung des Winkels α erhält, also die Winkel zwischen der Mittellinie und der Hornhaut-Axe. Nennen wir alle auf der Nasenseite liegenden Werthe positiv, alle auf der Schläfenseite befindlichen negativ, und summiren (resp. subtrahiren) wir die Werthe der beiden Winkel. Auch diese Summen finden sich in der Tabelle verzeichnet.

Tabelle II.

Namen.	Refraction.	Winkel zwischen Hornhaut-Axe und Mittellinie.			Winkel zwischen Gesichtslinie und Mittellinie.		
		Nasal +	Temporal −	Summe	Nasal +	Temporal −	Summe
Georg M.	E	0° 1′ 52″	9° 59′ 37″	− 9° 57′ 45″	8° 31′ 50″	1° 25′ 55″	+ 7° 5′ 55″
Adeline A.	E	3° 15′ 41″	7° 22′ 10″	− 4° 6′ 29″	8° 37′ 36″	2° 0′ 16″	+ 6° 37′ 20″
Ida R.	E	3° 12′ 20″ 12° 2′ 56″		+ 15° 15′ 18″	7° 7′ 30″	1° 43′ 6″	+ 5° 24′ 24″
Betty R.	E	8° 3′ 29″	1° 38′ 48″	+ 6° 24′ 41″	8° 3′ 29″	1° 38′ 48″	+ 6° 24′ 41″
Anton V.	E	4° 48′ 23″	4° 35′ 43″	+ 0° 12′ 40″	7° 58′ 10″	1° 25′ 57″	+ 6° 32′ 13″
Samuel E.	E	10° 14′ 5″ 19° 37′ 52″		+ 19° 51′ 57″	8° 15′ 2″	1° 8′ 45″	+ 7° 6′ 17″
Franz E.	E		1° 48′ 31″ 11° 39′ 6″	− 13° 27′ 37″	8° 31′ 50″	1° 8′ 45″	+ 7° 23′ 5″
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	6° 32′ 43″	3° 59′ 44″	+ 2° 32′ 59″	8° 15′ 1″	2° 17′ 26″	+ 5° 57′ 35″
Alfred L. (L. Auge)	$M\frac{1}{30}$	3° 56′ 0″	1° 45′ 19″	+ 2° 10′ 41″	1° 43′ 6″ 7° 24′ 25″		+ 9° 7′ 31″
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$		4° 0′ 20″ 10° 34′ 23″	− 14° 34′ 43″	5° 59′ 40″	0° 34′ 23″	+ 5° 25′ 17″
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	2° 51′ 45″	0° 42′ 59″	+ 2° 42′ 46″	2° 51′ 45″	0° 42′ 59″	+ 2° 8′ 46″

Namen.	Refraction.	Winkel zwischen Hornhaut-Axe und Mittellinie.			Winkel zwischen Gesichtslinie und Mittellinie.		
		Nasal +	Temporal −	Summe	Nasal +	Temporal −	Summe
Z.	$M\frac{1}{18}$		0° 50′ 9″ 5° 42′ 11″	− 6° 32′ 20″	2° 34′ 36″	2° 17′ 26″	+ 0° 17′ 10″
Hermine W. . . .	$M\frac{1}{16}$		4° 29′ 27″ 13° 21′ 27″	−17° 50′ 54″	8° 52′ 0″	0°	+ 8° 52′ 0″
Therese K. (R. A.)	$M\frac{1}{9}$	1° 31′ 54″	5° 2′ 59″	− 3° 31′ 5″	2° 51′ 45″	3° 43′ 8″	− 0° 51′ 23″
Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$		5° 37′ 48″ 12° 14′ 6″	−17° 51′ 54″	3° 43′ 8″	2° 43′ 10″	+ 0° 59′ 58″
Franz St.	$M\frac{1}{6}$	6° 29′ 20″	2° 5′ 9″	+ 4° 23′ 49″	5° 25′ 36″	3° 8′ 53″	+ 2° 16′ 43″
Emil E.	$M\frac{1}{5}$	2° 31′ 12″	4° 54′ 32″	− 2° 23′ 20″	5° 42′ 38″	1° 43′ 6″	+ 3° 59′ 32″
Adolf F.	$M\frac{1}{4}$	2° 38′ 31″ 11° 13′ 13″		+ 13° 51′ 49″	4° 17′ 21″	4° 17′ 21″	0°
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	0° 5′ 9″	7° 38′ 43″	− 7° 33′ 34″	7° 7′ 30″	0° 34′ 22″	+ 6° 33′ 8″
Josef H.	$M\frac{1}{3}$		0° 1′ 56″ 8° 22′ 27″	− 8° 34′ 23″	2° 51′ 45″	5° 42′ 38″	− 2° 50′ 53″
Alfred L. (R. Auge)	$Hm\frac{1}{36}$	2° 55′ 1″	5° 17′ 27″	− 2° 22′ 26″	1° 43′ 6″ 9° 55′ 43″		+ 11° 38′ 49″
Sigmund F.	$Ht\frac{1}{20}$	8° 32′ 29″	1° 41′ 17″	+ 6° 51′ 12″	9° 22′ 10″	0° 51′ 34″	+ 9° 28′ 36″
Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	2° 58′ 56″	9° 1′ 32″	− 6° 7′ 36″	10° 12′ 22″	1° 43′ 6″	+ 8° 29′ 16″

Setzen wir den Fall, der Cornealradius sei in allen Augen gleich gross, so müssten wir sagen: Liegen beide Winkel nasal, so bekommen wir einen positiven Werth für y, und es liegt dieses ebenfalls auf der Nasenseite. Sind beide Winkel gleich gross, so erhalten wir ein y von einer bestimmten Grösse; diese wird immer kleiner, je kleiner ich nun den einen Winkel werden lasse (bei unveränderten Zweiten), je kleiner also die Summe beider Winkel wird; sie wird noch kleiner, wenn der eine Winkel = o wird, und wenn er nun auf die temporale Seite zu liegen kommt; die Verkleinerung wächst jetzt mit der Abnahme der Differenz beider Winkel und erreicht ihr Maximum, wenn diese = Null wird, dann sind beide Winkel gleich und die Hornhautaxe, beziehungsweise die Gesichtslinie fällt mit der Hornhautmitte zusammen. Von da an wächst y wieder mit dem Grösserwerden des temporalen Winkels, ist aber negativ geworden und liegt also auf der Schläfenseite.

Wird der Cornealradius grösser, so vergrössert sich auch bei gleichbleibenden Winkeln der Werth von y.

Mögen wir nun y selbst betrachten (Tabelle III.) oder die Winkel wie sie die Messung zwischen Mittellinie und Hornhautaxe ergiebt, oder die Summe dieser Winkel, so finden wir keine Spur eines bestimmten Verhältnisses zwischen diesen Grössen und der Refraction. Bei jedem Refractionszustande finden wir kleinste und grösste Werthe, positive und negative; y liegt bald schläfenwärts, bald nasenwärts.

Im Ganzen liegt der Mittelpunkt der Pupille unter 23 Augen dreizehn Mal nasenwärts, zehn Mal schläfenwärts von der Hornhautaxe. Der grösste Werth ist 0,95 Mm., der kleinste 0,01 Mm. Die Hornhautaxe ging also nie genau durch die Mitte der Pupille; doch finden wir 5 Fälle, in denen y nicht die Grösse von 0,1 Mm. erreicht.

Helmholtz*) und Knapp**) fanden an allen von ihnen gemessenen 7 Augen beide Winkel auf einer Seite liegen und der Mittelpunkt der Pupille lag bei ihnen immer nach innen von der Hornhautaxe. Woinow***) sagt zwar: „y kann auch negativ sein. Dieses heisst, dass das Centrum der Pupillarebene etwas nach aussen von der Hornhautaxe liegt", führt aber weder an den von ihm allein†), noch an den mit Adamük††) gemessenen Augen einen negativen Werth auf.

Zu dem Winkel α steht y (oder der daraus berechnete wirkliche Werth y') insofern im Verhältnisse, als die grössten Werthe von beiden zusammenfallen; so y' = 0,95 Mm. mit α = 11° 22', y' = 0,65 mit α = 9° 20', y' = 0,59 mit α = 10° 30',†††) y' = 0,52 mit α = 10°, y' = 0,53 mit α = 6° 55' u. s. w. Bei dem einzigen negativen Werthe von α unter den von mir Gemessenen ist y gleichfalls gross (0,58). Die kleinsten Werthe von α entsprechen aber nicht immer den kleinsten Werthen von y.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn man den Winkel α ganz ausser Acht lässt und unter y die Distanz zwischen Pupillenmitte und Gesichtslinie versteht. Es zeigt sich, wenn wir die zur Berechnung dienenden, auf Tab. II. verzeichneten Winkel ins Auge fassen, dass die Mitte der Pupille fast immer nasenwärts von der Gesichtslinie zu liegen kommt; nur zwei Ausnahmen finden sich unter 23 Augen, oder richtiger nur eine, der hochgradige Myop Josef H.; denn bei Therese K. ist die Differenz zwischen beiden Winkeln eine sehr

---

*) l. c. p. 35.
**) l. c. p. 10.
***) Ophthalmometrie p. 80.
†) Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 1869, p. 479.
††) A. f. O., XVI., 1, p. 144.
†††) bei Franz E. der in Tab. III. nicht aufgenommen wurde.

geringe und liegt ganz innerhalb der Grenzen der Messungsfehler. In einem Falle sind beide Winkel gleich gross, es geht also die Gesichtslinie durch die Mitte der Pupille.

Betrachten wir die emmetropischen Augen. Wir finden hier eine staunenswerthe Regelmässigkeit. Die Winkel nasenwärts haben fast alle dieselbe Grösse, ebenso die schläfenwärts gelegenen. Die ersteren schwanken zwischen 7° 7′ und 8° 37′; die letzteren zwischen 1° 8′ und 2°. Natürlich sind auch die Summen (resp. Differenzen) derselben sehr ähnlich, in 6 Fällen liegen sie zwischen 6° 24′ und 7° 23′; nur in einem Falle beträgt dieselbe nur 5° 24′ (bei negativem Winkel α).

Auch bei den myopischen Augen lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit nicht verkennen, doch sind die Ausnahmen hier zahlreicher. Ein Myop $\frac{1}{40}$ verhält sich fast wie ein Emmetrop, ihm nahe steht auch ein Myop $\frac{1}{20}$; dies würde ganz in der Ordnung sein und nicht als Ausnahme gelten können. Drei Mal finden wir aber unter den Summen grössere Werthe als bei Emmetropie; bei Hermine W. $\left(M\ \frac{1}{16}\right)$, am linken Auge der Therese K. $\left(M\ \frac{1}{4}\right)$, das als amblyopisches wohl keine vertrauenswerthen Resultate giebt, und endlich bei Alfred L. An beiden Augen desselben (dem myopischen und dem hypermetropischen) und nur bei ihm finden wir beide auf einer Seite liegen; er verhält sich also auch in anderer Beziehung als Ausnahmsfall. In den übrigen 8 Augen sind die Summen (Differenzen) der Winkel constant viel kleiner als bei Emmetropen, so dass wir sagen können, wenn wir die beiden schwachen Myopen Anton Sch. und Eduard Sch., bei denen die Summen

ja doch kleiner sind, als bei $\frac{6}{7}$ der Emmetropen, nicht als Ausnahmen betrachten, dass die Summe der Winkel bei 13 myopischen Augen zehn Mal kleiner war, als bei den emmetropischen. Dagegen zeigen alle drei hypermetropische Augen evident höhere Zahlen. Bei den drei von Helmholtz gemessenen Augen ist es möglich die Winkel aus den gegebenen Zahlen zu berechnen.*) Stimmen die absoluten Summen derselben in einem Falle auch nicht vollkommen mit meinen Zahlen, so sehen wir doch, dass sie bei dem myopischen Auge am kleinsten sind. Vorausgesetzt, dass die Winkel auf verschiedenen Seiten der Mittellinie liegen, wäre diese Summe bei I. H. 6° 58′ 10″, bei B. P. 3° 55′ 20″, dagegen bei O. H. nur 1° 52′ 20″.

Ich habe nur wenige Werthe von y in dem letztangenommenen Sinne berechnet; ich führe sie in folgendem an, und zwar die scheinbaren Werthe:

Adeline A.	0,30439,
Ida R.	0,24835,
Betty R.	0,13799,
Samuel W.	0,28476,
Anton Sch.	0,23882,
Emilie H.	0,07247,
Franz St.	0,09890,
Marie R.	0,51645.

Die Formel für die Tiefe der vorderen Kammer können wir in derselben Weise der Discussion unterziehen, wie wir es mit der Formel für y gethan. Auf die relativen Grössenverhältnisse der Winkel kommt es hier nicht an. Je grösser die Summe der beiden Winkel (die, wenn sie auf verschiedenen Seiten liegen, beide positiv zu nehmen sind), desto kleiner wird die Tiefe der Kammer. Dabei ist es gleichgültig, ob die beiden

*) l. c. p. 35.

Tabelle III.

Namen.	Refraction.	Abstand der Pupillenmitte von der Hornhaut-Axe.		Abstand der Pupillar-Ebene vom Hornhautscheitel.	
		scheinbar y	wirklich y'	scheinbar x	wirklich x'
Georg M.	E	$0,44_{4631}$	$0,40_{0404}$	$2,49_{525}$	$3,01_{056}$
Adeline A.	E	$0,18_{786}$	$0,12_{8361}$	$2,36_{286}$	$2,84_{347}$
Ida R.	E	$0,65_{7937}$	$0,58_{8403}$	$2,70_{853}$	$3,23_{41}$
Betty R.	E	$0,13_{7999}$	$0,12_{0875}$	$2,47_{592}$	$2,97_{34}$
Anton V.	E	$0,01_{3732}$	$0,01_{2296}$	$2,43_{883}$	2.91_{878}
Samuel W.	E	$1,06_{475}$	$0,95_{3189}$	$2,43_{5369}$	$2,95_{3189}$
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	$0,11_{5934}$	$0,10_{0459}$	$2,57_{600}$	$3,10_{637}$
Alfred L. (L. A.) .	$M\frac{1}{30}$	$0,08_{1906}$	$0,07_{1773}$	$3,03_{8918}$	$3,56_{304}$
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$	$0,60_{759}$	$0,52_{282}$	$3,29_{2791}$	$3,86_{611}$
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	$0,07_{2478}$	$0,06_{3110}$	$3,16_{1688}$	$3,66_{948}$
Hermine W. . . .	$M\frac{1}{16}$	$0,40_{7994}$	$0,36_{495}$	$2,60_{780}$	$3,11_{442}$
Therese K. (R. A.)	$M\frac{1}{9}$	$0,13_{5984}$	$0,11_{9672}$	$2,93_{786}$	$3,46_{06}$
Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$	$0,74_{7992}$	$0,65_{936}$	$3,11_{3022}$	$3,66_{755}$
Franz St.	$M\frac{1}{6}$	$0,18_{9267}$	$0,16_{8474}$	$2,74_{235}$	$3,27_{651}$
Emil E.	$M\frac{1}{5}$	$0,09_{3726}$	$0,08_{2884}$	$2,80_{9348}$	$3,31_{994}$
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	$0,29_{0317}$	$0,25_{663}$	$2,59_{9769}$	$3,08_{701}$
Adolf F.	$M\frac{1}{4}$	$0,60_{5461}$	$0,53_{8987}$	$2,73_{257}$	$3,26_{254}$
Josef H.	$M\frac{1}{3}$	$0,39_{261}$	$0,35_{006}$	$2,90_{411}$	$3,46_{066}$
Alfred L. (R. A.) .	$Hm\frac{1}{36}$	$0,09_{9123}$	$0,08_{8023}$	$2,75_{4454}$	$3,28_{848}$
Sigmund F.	$Ht\frac{1}{20}$	$0,13_{9256}$	$0,12_{4706}$	$2,56_{1854}$	$3,06_{545}$
Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	$0,28_{2364}$	$0,25_{6577}$	$2,02_{352}$	$2,47_{232}$

Winkel gleich gross oder ob sie verschieden gross sind. Liegen beide Winkel auf einer Seite, so ist der der anderseitigen Ophthalmometerstellung entsprechende negativ zu nehmen und es wird x desto grösser, je kleiner die Differenz der Winkel wird. Ist diese Differenz Null geworden, oder sind beide Winkel gleich Null, fällt also die Hornhaut-Axe (resp. Gesichtslinie) mit der Mittellinie der Aufstellung zusammen, dann ist $x = \frac{\varrho}{2}$; dieser Fall kam jedoch nie vor; die scheinbare Tiefe der Kammer war immer kleiner, als der halbe Radius der Cornea. Ist der Cornealradius bei gleicher Winkelsumme kleiner, so ist die Kammertiefe geringer.

Das Verhältniss zwischen der Tiefe der vorderen Kammer und der Refraction ist bekannt. Es bedarf nicht erst ophthalmometrischer Beweise, um zu zeigen, dass die Vorderkammer bei Myopen tiefer, bei Hypermetropen seichter ist, als bei Emmetropen.

Nach meinen Messungen schwankte ihre Grösse bei Emmetropen zwischen 2,84 und 3,23 Mm.; bei Myopen zwischen 3,08 und 3,86 Mm. Sie steht aber nicht in constantem Verhältnisse zur Höhe der Myopie; denn die kleinste Zahl gehört einem Auge mit M $\frac{1}{4}$; freilich ist dies das amblyopische Auge eines 12jährigen Mädchens, dessen zweites Auge mit M $\frac{1}{9}$ $x' = 3{,}46$ Mm. besitzt, aber auch ein zweites Auge mit M $\frac{1}{9}$ hat 3,26 Mm. Kammertiefe. Die tiefste Kammer kam bei M $\frac{1}{20}$ vor (3,86); zu bemerken ist, dass dies Auge atropinisirt war, und dass bei einem zweiten atropinisirten Auge (der Emilie H.) mit M $\frac{1}{18}$ $x' = 3{,}66$ ist.

Bei den Hypermetropen kommt nur eine auffallend enge Kammer von 2,47 Mm. vor, und zwar bei Hm $\frac{1}{9}$; die beiden anderen Hypermetropien sind freilich nur geringeren Grades.

Vergleichen wir hiermit die von Anderen auf ophthalmometrischem Wege gefundenen Resultate.

Da finden wir bei den fünf Emmetropen Werthe von 3,69 bis 3,99 Mm., also vollständig ausser den von mir gefundenen Zahlen liegend, denn selbst bei Myopen habe ich nur ein Mal $y' = 3{,}86$ gefunden, alle anderen Werthe bleiben unter 3,69. Bei Myopen findet Helmholtz einen höheren Werth (4,02), Knapp einen niederen (3,57) als bei zwei seiner Emmetropen; Adamük u. Woinow finden den kleinsten der bisher bekannten Werthe (2,89) bei M $\frac{1}{30}$; die anderen vier bei M. gefundenen Zahlen sind zwei Mal 3,65, und zwei Mal 3,70. Für Hypermetropen finden wir die Zahlen 3,23, 3,53 und 3,63. Dazu kommen noch fünf Messungen Woinow's ohne Angabe der Refraction mit Werthen von 3,58 bis 4,17, so dass wir im Ganzen für x' Werthe zwischen 2,89 und 4,17 finden. Dazu muss noch bemerkt werden, dass meine Werthe die Entfernung der Pupillarebene von der Hornhaut vorstellen, dass ich also die Verwölbung der vorderen Linsenfläche vor derselben vernachlässigt habe. Würde ich diesen, wenn auch sehr kleinen Werth berücksichtigt haben, so wären meine Zahlen noch etwas kleiner ausgefallen. Doch haben auch die andern Beobachter die „Tiefe der Kammer" meist in dem von mir gebrauchten Sinne genommen. Jedenfalls sind meine Werthe für die in Rede stehende Grösse viel geringer, als die, welche andere bisher gefunden.

Da die Tiefe der Kammer jedoch ein Factor von grosser Wichtigkeit bei allen folgenden Berechnungen

ist, schon bei Bestimmung der vordern Linsenfläche, dann aber besonders bei Berechnung des Ortes des hintern Linsenscheitels, und damit zusammenhängend bei Bestimmung des hintern Linsenradius, so konnte ich bei der Schwierigkeit und Unsicherheit der Messungen nach Helmholtz'scher Methode meine differirenden Resultate gegenüber denen gewiegter Forscher nur mit grossem Misstrauen betrachten.

Ich beschloss daher Controlbestimmungen mit andern Methoden vorzunehmen. Prof. v. Arlt erlaubte mir in freundlichster Weise, für seine Klinik das Schöler-Mandelstamm'sche Microoptometer kommen zu lassen. Nachdem dasselbe nach langem Warten endlich in meine Hände gelangte, zeigte es sich, dass die Handhabung desselben keine einfache sei. Das Princip des Instrumentes ist ganz ausgezeichnet, die Ausführung desselben von Seite des Mechanikers jedoch sehr mangelhaft, nach meinem Dafürhalten zu mangelhaft, um damit Zehntel und Hundertel eines Millimeters zu bestimmen. Namentlich schien es mir auch, dass die Bestimmung des Ortes, in dem sich das Luftbild einer Flamme, dessen Entfernung von der Pupillarebene gemessen werden soll, befindet, und wofür jede Vorrichtung bei dem Apparate fehlt, so dass man zu primitiven Hilfsmitteln greifen muss, von nicht ausreichender Genauigkeit sei. Dr. Schöler ertheilte mir zwar auf mein Ersuchen in der collegialsten Weise briefliche Rathschläge, aber schliesslich zog ich es doch vor, die nach Helmholtz'scher Methode gemachten Messungen und Berechnungen, die bereits fertig da lagen, zu benützen. Ich will damit kein absprechendes Urtheil über das Microoptometer gefällt haben, zu dem ich mich noch nicht berechtigt halte, sondern will vorläufig Mangel an Uebung von meiner Seite als Ursache des Misslingens annehmen.

An mehreren Orten*) fand ich nun Angaben über eine neue Methode, die Tiefe der Vorderkammer zu messen. Sie stammt von Donders. Er benützt ein Cornealmikroskop, stellt zuerst auf die durch einige Calomelstäubchen kenntlich gemachte Hornhautoberfläche, dann auf den Pupillarrand ein und bestimmt durch die Grösse der Ausschraubung auf die einfachste Art den scheinbaren Abstand beider Flächen. Ich habe die Methode wiederholt mit Benützung des Microoptometers versucht und halte sie für ebenso sinnreich als praktisch; nur erlaubte mir die geringe Feinheit der Theilung an den Massstäben nicht, die hierdurch gewonnenen, übrigens ganz gut stimmenden Resultate zu benutzen. In den genannten Notizen findet sich nun auch die Angabe, dass Donders auf diese Weise eine geringere Tiefe der Vorderkammer gefunden, als man bisher angenommen hat, ohne dass jedoch Zahlen hiefür gegeben wurden. Ich habe mich deshalb an Prof. Donders gewendet und dieser sandte mir mit liebenswürdigster Bereitwilligkeit eine grosse Anzahl von Messungen zur Einsicht, aus denen ich ersah, dass meine Messungen mit den von ihm gefundenen Werthen vollkommen stimmen, dass er nur sehr wenig grössere, dagegen besonders bei Hypermetropen zahlreiche kleinere Werthe gefunden. Es möge mir gestattet sein, ihm an dieser Stelle bestens zu danken.

Warum ich jedoch mit Helmholtz's Methode, die Andere in derselben Weise anwandten, andere Resultate erhielt, weiss ich nicht anzugeben. Gewiss ist, dass die Messung nach derselben schwierig ist, und dass sie manche von Andern ausführlich auseinandergesetzte

*) Congrès périodique internat. d'ophthalmol., 4e Session, Londres 1872, p. 209 und Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., 1872, p. 300. — Snellen u. Landolt, in Graefe-Saemisch's Handb., III., p. 167.

Mängel besitzt, dass also eine neue Methode gewiss erwünscht wäre.

Einen Vortheil hat sie jedoch vor den beiden anderen voraus. Sie erlaubt mit ziemlicher Sicherheit in der Hornhautaxe zu messen, also den Winkel α zu berücksichtigen. Ob dieser Vortheil jedoch nicht ein blos theoretischer, ob (in der Mehrzahl der Fälle wenigstens) die Unterscheidung von Hornhautaxe und Gesichtslinie von grossem Belang ist, ob bei den weiten Grenzen der Messungsfehler es nicht gleichgültig ist, wenn man die Entfernung der Linse vom Hornhautscheitel oder dem Durchschnittspunkte der Gesichtslinie rechnet, und ob nicht endlich die minutiöse Genauigkeit mit der man den Winkel α und den Radius im Hornhautscheitel misst, für die Bestimmung der optischen Constanten ganz überflüssig ist, mag dahin gestellt bleiben.

Die Linsenmessungen und die Bestimmung der optischen Constanten überhaupt würde eine ungemein vereinfachte werden, wenn man anstatt der Hornhautaxe die Gesichtslinie benützen würde; man ersparte dadurch die Berechnung von α, die der Excentricität, der Ellipsenaxen der Cornea, des Radius im Scheitel; man ersparte nach Donders oder Schöler-Mandelstamm die langwierigen Berechnungen des Ortes der Linsenflächen nach für logarithmische Berechnung unbequemen Formeln; man würde zur Bestimmung des Ortes der hintern Linsenfläche nicht erst die Grösse des Winkels α kennen müssen, und könnte die Messung eines Auges, ohne inzwischen zu rechnen, vollenden. Zudem sehen wir ja die Linsenbilder nicht durch den Hornhautscheitel, sondern durch eine seitliche gar nicht determinirte Hornhautparthie verändert, und nachher benutzen wir ängstlich den Radius des Hornhautscheitels, um uns keines Fehlers von 0,1 Mm. schuldig zu machen. Wenn wir noch auf das bei der Bestimmung von y gefundene

constante Verhältniss hinweisen, das sich bei Berücksichtigung der Gesichtslinie zeigt, gegenüber der vollständig mangelnden Regelmässigkeit, wenn man die Hornhautaxe in Rechnung zieht, so glauben wir genug zu Gunsten der ersteren Linie gesagt zu haben.

III. Entfernung des hintern Linsenscheitels vom Hornhautscheitel ($\mathfrak{x}'$) und Abstand desselben von der Hornhautaxe (v').

Ich habe zur Bestimmung dieser Grössen genau die von Helmholtz und Knapp angewendeten Beobachtungsmethoden gewählt, nur benutzte ich zur Erzeugung des hintern Linsenbildchens Drummond'sches Licht, erzeugt durch die im folgenden Abschnitte zu beschreibende Harnecker'sche Lampe. Die Messungen sind hierbei sehr bequem und sicher auszuführen. Als Fixationszeichen ist mit Vortheil ein Gaslämpchen zu verwenden, da man andere Marken wegen des grellen Kalklichtes nicht recht sieht, nur muss man es so klein als möglich machen um es nicht mit einem der andern Reflexe zu verwechseln. Allenfalls könnte es durch ein vorgesetztes farbiges Glas differenzirt werden.

Für den Abstand des hintern Linsenscheitels von der Hornhautaxe (v') fand ich Werthe von 0 bis 1,71 Mm. Ersteres, also das Zusammenfallen der Hornhautaxe mit dem Linsenscheitel fand zweimal statt, bei einem Emmetropen und einem Myopen $\left(\frac{1}{6}\right)$; einen so extremen Werth wie 1,71 fand ich nur einmal (bei negativem Winkel α); die nächstgrossen Werthe sind 0,97 bei H $\frac{1}{9}$ und 0,73 bei sehr grossem Winkel α (11° 22'). Alle andern Werthe liegen zwischen 0,48 und Null.

Der Linsenscheitel liegt auf der Seite der Hornhautaxe, nach welcher die verschiebbare Flamme bei

der Beobachtung weiter von der Mittellinie absteht; ich habe den Werth von v positiv genannt, wenn dies auf der Nasenseite, negativ, wenn es auf der Schläfenseite der Fall war. Ich fand neun Mal eine nasale, dreizehn Mal eine temporale Lage.

In der Regel war die Stellung der Flamme bei der Beobachtung derartig, dass sie auf diejenige Seite der Mittellinie der Aufstellung zu stehen kam, auf welcher das Ophthalmometer stand. Es sind dann beide Winkel positiv zu nehmen, und nach der l. c. gegebenen Formel $v = \frac{\text{tang}\,\alpha\,(\beta_1 - \beta_2)}{2\,\text{tang}\,\alpha}$ zu rechnen. Nur in einem Falle (bei Hm $\frac{1}{9}$) kamen beide Flammen auf eine Seite (schläfenwärts) zu stehen. Dann ist der eine Winkel negativ zu nehmen oder die Formel hat $v = \frac{\text{tang}\,\alpha\,(\beta_1 + \beta_2)}{2\,\text{tang}\,\alpha}$ zu lauten.

Möglicherweise würde sich auch hier eine grössere Regelmässigkeit herausstellen, und würden sich Beziehungen zur Refraction ausfindig machen lassen, wenn man nicht von der Hornhautaxe, sondern von der Gesichtslinie aus messen würde. Da hier der Winkel α bereits bei der Messung und nicht erst bei der Berechnung berücksichtigt wird, so hätten zur Eruirung dieser Verhältnisse neue Messungen gemacht werden müssen, was vorläufig nicht ausführbar war. Nur in einem Falle, bei Ida R., wo ich wegen der abnormen Grösse von 1,71 eine Controlmessung machte, habe ich auch den Abstand des Linsenscheitels von der Gesichtslinie gemessen und dessen scheinbaren Werth = — $0{,}37_{2418}$ gefunden, während der scheinbare Abstand von der Hornhautaxe — $2{,}06_{654}$ betrug. Die Unregelmässigkeit war also auf diese Weise viel kleiner geworden.

Der Linsenscheitel liegt in etwa der Hälfte der Fälle auf derselben Seite der Hornhautaxe, wie die Mitte

der Pupille; in der andern Hälfte auf der entgegengesetzten. In den zwei Fällen wo $v' = 0$ ist, zeigt auch y' einen kleinen Werth (0,12 und 0,16); ebenso ist in zwei Fällen mit auffallend grossen v' (1,71 und 0,73) auch y' gross (0,58 und 0,95), in dem dritten ($v' = 0,97$) findet dies jedoch nicht statt. Ein Zusammenhang mit der Refraction ist nicht ersichtlich.

Tabelle IV.

Namen.	Scheinbarer Abstand des hinteren Linsenscheitels von der Hornhaut-Axe		Scheinbarer		Wirklich.
			Abstand des hinteren Linsenscheitels vom Hornhautscheitel		
	in Luft v	in humor aqueus v'	in Luft ξ	in humor aqueus ξ'	ξ''
Georg M.	+0,26646	+0,20868	6,26435	6,55685	6,81398
Adeline A.	0	0	6,25326	6,53534	6,69234
Ida R.	−2,06654	−1,7155	7,15076	7,26783	7,42483
Betty R.	−0,49816	−0,39014	6,16776	6,43389	6,59089
Anton V.	−0,34273	−0,26682	6,05121	6,27113	6,42813
Samuel W.	+0,94681	+0,73802	6,5024	6,59635	6,75353
Eduard Sch. . . .	−0,39018	−0,31144	6,0865	6,4786	6,6356
Alfred L. (L A.) .	+0,21926	+0,17172	6,10862	6,37221	6,52921
Anton Sch.	+0,54101	+0,42547	6,46566	6,7958	6,9528
Emilie H.	−0,34103	−0,29417	6,77073	6,82628	6,98328
Z.	−0,17595	−0,13571	6,53357	6,73512	6,89212
Hermine W. . . .	−0,06447	−0,05045	6,18429	6,44509	6,60209
Therese K. (R.A.)	−0,26621	−0,20496	6,63564	6,80074	6,95774
Ignaz M.	+0,62342	+0,48115	6,57271	6,84244	7,08556
Franz St.	0	0	5,98268	6,32384	6,48084
Emil E.	−0,20754	−0,16123	6,26516	6,48078	6,63778
Adolf F.	+0,24821	+0,19900	6,35348	6,63105	6,78880
Therese K. (L.A.)	+0,03494	+0,02834	6,48888	6,60741	6,76441
Josef H.	+0,36175	+0,31075	6,60348	6,9143	7,0713
Alfred L. (R.A.) .	−0,03744	−0,02942	6,15102	6,44061	6,50761
Sigmund F.	+0,33212	+0,25286	6,89173	7,0091	7,1664
Marie R.	−1,26838	−0,97115	6,59655	6,75028	6,90728

Wir finden bisher nur sieben Messungen dieser Grösse, von Helmholtz und Knapp, verzeichnet. Die Zahlen liegen zwischen 0,079 und 0,2925. v' lag stets nasenwärts von der Hornhaut-Achse.

Der Abstand des hintern Linsenscheitels vom Hornhautscheitel wurde von mir gefunden:

bei E	von	6,42	bis	7,42	Mm.	Mittel	= 6,78,
„ M	„	6,48	„	7,08	„	„	= 6,79,
„ H	„	6,59	„	7,16	„	„	= 6,86.

Das Mittel aus sämmtlichen Werthen beträgt 6,8 Mm. Im schematischen Auge wurde $\mathfrak{x}'' = 7,2$ Mm. angenommen.

Die bereits vorliegenden zwölf Messungen weisen durchwegs höhere Werthe auf, die zwischen 7,10 und 7,64 Mm. liegen.

Die Ursache der Differenz liegt offenbar in der von mir gefundenen geringern Tiefe der Vorderkammer.

IV. Linse.

a) Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche (r).

Zu den ersten ophthalmometrischen Messungen der Linse, welche überhaupt ausgeführt wurden, benutzten Helmholtz und Knapp Lampenflammen. Die erzeugten Reflexe waren jedoch zu schwach, um damit nach Art der Hornhautmessungen vorgehen zu können, und man musste sich bekanntlich damit begnügen, die Grösse der Hornhautreflexe mit den Linsenreflexen zu vergleichen. Man sah sich daher wegen der offenbaren Unmöglichkeit, genau zn messen, bald nach anderen Lichtquellen um. Rosow*) versuchte auf den Rath Helmholtz's zuerst Drummond'sches Licht, erzielte damit jedoch kein befriedigendes Resultat. Glücklicher war er mit Sonnenlicht, welches sich als hinreichend stark erwies, um damit direkte Ophthalmometermessungen mit Ver-

*) A. f. O., XI., 2, p. 129.

dopplung der Bilder vorzunehmen. Alle seitdem ausgeführten Messungen der Linse von Woinow, Adamük, Schöler und Mandelstamm, Strawbridge und endlich von Reich wurden mit Hilfe des Sonnenlichtes zu Stande gebracht. Durch eine Oeffnung in einem geschlossenen Fensterladen wird mittelst eines Heliostatspiegels Sonnenlicht in ein verfinstertes Zimmer geleitet und durch geeignet angebrachte Spiegel oder durch Prismen werden die zur Messung nöthigen zwei Lichtquellen gewonnen. Wer die Linsenreflexe auf diese Weise einmal gesehen, wird sie gewiss als vollkommen befriedigend erklären müssen. Es wäre auch ganz unnütz, trotzdem nach anderen Lichtquellen zu suchen, wenn nicht das Sonnenlicht auch seine Nachtheile hätte, die es wahrscheinlich verschulden, dass uns im Vergleiche mit den Hornhautmessungen noch so wenige Linsenmessungen vorliegen. Diese Nachtheile sind rein praktischer Art. Beim Gebrauche des Sonnenlichtes ist man stets vom Wetter abhängig und im Winter werden Messungen unmöglich sein, wenn man kein gegen Mittag gelegenes Laboratorium hat; auch im Sommer wird die zum Messen verwendbare Zeit sehr eingeschränkt, und manche begonnene Messung wird wegen einiger Wolken unterbrochen werden müssen. Ausserdem bedarf man wegen der sich ändernden Richtung der Sonnenstrahlen stets eines Assistenten, der den Heliostatspiegel dreht, sobald man nicht einen kostbaren Apparat mit Uhrwerk zur Verfügung hat. Alles das sind Veranlassungen genug, um eine andere Lichtquelle wünschenswerth erscheinen zu lassen.

Zur Verbrennung von Magnesiumdraht bedarf man einer eigenen Lampe, die ich nicht zur Verfügung hatte, ich kann daher über Magnesiumlicht kein Urtheil abgeben. Doch meine ich, dass dasselbe zu unruhig sein dürfte und wegen des raschen Verbrennens und des

hohen Preises des Magnesiumdrahtes sich auch als zu kostspielig herausstellen würde.

Auch electrisches Licht dürfte sich aus ähnlichen Rücksichten schwer verwenden lassen; die Füllung einer Batterie von zahlreichen Elementen würde wenigstens ein fortgesetztes Arbeiten wünschenswerth machen, und von der Ermüdung abgesehen, hat nicht Jedermann viele hintereinander liegende Mussestunden. Ich unterliess auch Versuche mit dieser Lichtquelle.

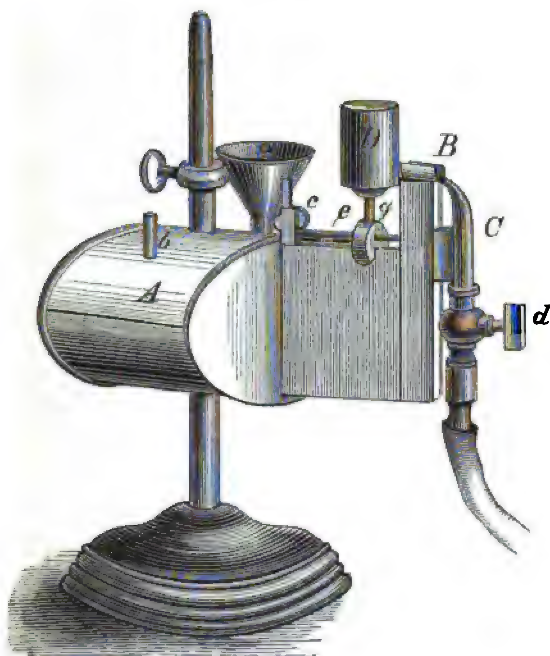
Dagegen nahm ich die Versuche mit dem von Rosow als unbrauchbar verworfenenen Drummond'schen Lichte wieder auf und zwar mit vollständigem Erfolge.

Ich benützte dazu eine „Alkohol-Sauerstoff-Lampe" die von Dr. L. Harnecker (in Wriezen an der Oder) zu photographischen Zwecken construirt wurde, und die ich im physiologischen Institute vorfand. Da eine Beschreibung derselben nicht existirt, so will ich eine solche neben der Abbildung der Lampe geben.

An einem senkrechten Stabe befindet sich, zum niedriger und höher stellen eingerichtet, das tonnenförmige Reservoir A, mit einem Trichter a zum Anfüllen mit Brennstoff und einem Röhrchen b zum Entweichen der Luft. Der Docht B ist doppelt und besteht aus zwei flachen nebeneinanderliegenden gewöhnlichen Petroleumlampendochten von 15 Mm. Breite, die durch eine Scheidewand von einander getrennt sind; bei c ist die Schraube zum Verstellen desselben. Vor dem Dochte mündet mit einem gebogenen zugespitzten Endstücke gegen denselben gewendet, ein mit einem Hahne d absperrbares Rohr C, an dessen unteres Ende ein Kautschukschlauch angefügt wird. An der horizontalen Stange e endlich verschiebt sich ein Halter g mit senkrechter Spitze, auf welchem die zum Glühen zu bringenden Kalkcylinder D aufgesteckt werden. (Har-

necker's Kalk-Bor-Olivin-Kegel.) Die Lampe wird mit einer Mischung von 20 Theilen absoluten Alkohol und 1 Theile Schwefeläther gefüllt, die beiden Dochte

Fig. 3.



auseinander gebogen und durch das Kautschukrohr Sauerstoff zugeleitet, der durch den Druck im Gasometer zwischen die beiden Flammenhälften geblasen wird und einen Theil des Kalkkegels zum lebhaften Glühen bringt. Man erhält auf diese Weise ein äusserst lebhaftes Licht, welches aber trotzdem nicht hinreicht, um brauchbare Bilder der vorderen Linsenfläche zu erzeugen. Setzte ich jedoch knapp vor die Flamme eine grosse Linse von $1^1/_2''$ Brennweite, (ich benützte hierzu die Beleuchtungslinse eines Hartnack'schen Microscopes), so dass die glühende Kalkparthie ungefähr in den Brennpunkt derselben zu

liegen kam, so erreichte ich eine Lichtstärke, welche sich mit der des Sonnenlichtes getrost messen kann. Die vorderen Linsenbilder erscheinen hierbei in manchen Augen mit solcher Klarheit und Schärfe, dass man die Messungen fast mit derselben Sicherheit ausführen kann, wie an der Hornhaut. Freilich gilt dies nicht von allen Augen. Die Verdoppelung der Bilder wurde durch ein vertikal brechendes knapp vor das gemessene Auge gesetztes Prisma von 14°—16° erreicht.

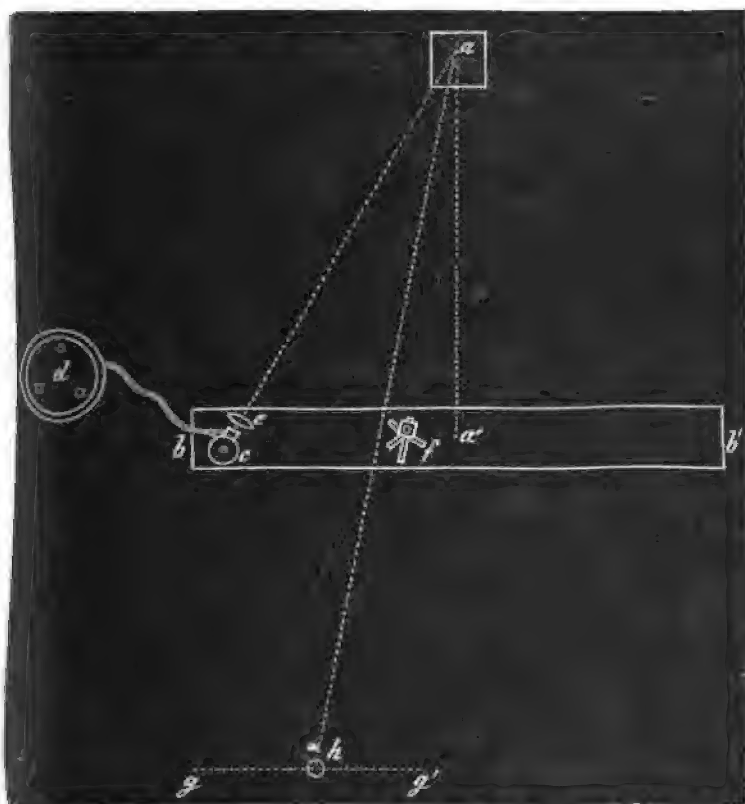
Diese Methode vereinigt alle Vortheile des Sonnenlichtes, ohne deren Nachtheile zu besitzen und setzt uns in den Stand, zu jeder Zeit auf die einfachste Weise Linsenmessungen vorzunehmen. Durch das Wegbleiben des Wasserstoffes hat dieselbe auch durchaus nichts Gefährliches.

Im Anfange meiner Messungen war ich froh, überhaupt brauchbare Linsenbilder zu erhalten, und kümmerte mich vorerst nicht um den Ort der spiegelnden Flächen, von denen sie entworfen wurden. Da dieser zumeist peripher lag, so erhielt ich für q enorm grosse Zahlen, ein Beweis, dass die Krümmung im Centrum jedenfalls eine bedeutendere ist. Da diese Werthe jedoch für meine Zwecke nicht verwendbar waren, so suchte ich die Bilder möglichst in's Centrum zu bringen, und führe in der Folge nur solche Messungen an, bei denen dieses der Fall war. Natürlich muss man sich hierbei auf das Augenmass verlassen, ein Mangel, den man wohl kaum wird beheben können. Ich will in Folgendem die Aufstellung der Apparate angeben, wie ich sie für die Beste halte, um die Reflexe im Centrum zu erlangen.

In a befand sich das gemessene Auge. Der Kopf war durch Einbeissen in Siegellack fixirt; das zweite Auge wurde durch eine Binde oder durch Verdecken mit der Hand geschlossen, was übrigens hier nicht von Belang ist. Auf dem schmalen langen Tische bb′ stand etwa

700 Mm. von der Mitte (a′) desselben entfernt die Harnecker'sche Lampe c, durch einen Kautschukschlauch mit dem Gasometer d verbunden; vor derselben war die Convexlinse e angebracht. Das Ophthalmometer f erhielt seine Stellung seitlich von der Mittellinie aa′. Hinter

Fig. 4.



dem Tische und vom Untersuchten etwa 5 Meter entfernt, konnte auf der Linie gg′ eine kleine Gasflamme h verschoben werden. Diese diente als Visirzeichen. Das Licht ist zu grell, so dass andere zur Fixation dienende Vorrichtungen nicht gesehen werden, ausser man würde

sie in der Nähe des Auges aufstellen. Es hat übrigens den Vortheil, dass es auch von hochgradigen Myopen noch gut gesehen wird und daher ein für alle Male auf derselben Stelle bleiben kann. Es muss sowohl von rechts nach links, als auch von oben nach unten verschoben werden können, und es braucht oft langen Verschiebens, ehe die Linsenbilder schön und an richtiger Stelle gesehen werden. Die gezeichnete Stellung gilt für die vordere Linsenfläche und das rechte Auge; wird das linke untersucht, so kommt Lampe, Ophthalmometer und Visirzeichen in derselben Anordnung auf die andere Seite des Tisches zu stehen. Bei Messungen der hinteren Linsenfläche wird das Ophthalmometer etwas weiter gegen die Lampe geschoben und die Gesichtslinie des gemessenen Auges geht ziemlich knapp nach rechts oder links von der Ophthalmometer-Axe vorbei. Die Stellung des Visirzeichens ist nicht für jedes Auge vollständig die gleiche. Die Entfernung des Auges von dem leuchtenden Objekte wurde nach jeder Messung neu bestimmt, ebenso wurde jedesmal die Grösse des Objektes, also der Abstand der Convexlinse e von ihrem Doppelbilde (erzeugt durch ein knapp vor dem Auge a stehendes vertikal-brechendes Prisma) direkt bestimmt. Die Objektsdistanz variirte zwischen 1360 und 1400 Mm., die Objektsgrösse zwischen 160 und 170 Mm.

Die Reflexe der vorderen Linsenfläche sind gross, silberglänzend und von verschiedener Deutlichkeit. Manchmal, wie erwähnt, sind sie ausgezeichnet scharf, in anderen Fällen viel weniger deutlich, selten geradezu undeutlich, so dass nur das Uebereinstimmen einer grösseren Anzahl von Einstellungen die Messungen verwendbar macht; in einem einzigen Falle, einem etwas hysterischen Fräulein, konnte ich überhaupt keine Bilder sehen, wohl wegen zu grosser Empfindlichkeit gegen das Licht. Im Uebrigen wurde, sobald das Auge nicht direkt

auf die Flamme gerichtet war, nicht über Blendung geklagt, selbst nicht bei Atropinmydriasis. Wegen der Grösse der Reflexe wurde die Einstellung so gewählt, dass das eine Bild des einen Paares in die Mitte zwischen die zwei Bilder des andern Paares gestellt wurde, $\left(\begin{matrix} a & b & a' & b' \\ . & . & . & . \end{matrix}\right)$ so dass die Hälfte der angeführten Grösse (160—170 Mm.) als Objektsgrösse diente. Doch erhält man, wie mehrere Controlmessungen zeigten, auch ganz gute Bilder, wenn man die Einstellung auf 3 Bilder vornimmt, also b mit a' zusammenfallen lässt. Bei den Reflexen der hinteren Linsenfläche musste wegen der Kleinheit der überaus scharfen Bilder immer diese Einstellung gewählt werden. Jede Messung stellt in der Regel das Mittel aus 8 Einstellungen (resp. 16 Ablesungen) dar; nur bei der hinteren Linsenfläche mit ihren netten deutlichen Reflexen genügten meist die bei der Cornea üblichen 4 Einstellungen.

Einen Fehler haben noch alle bisher gemachten Linsenmessungen, die meinen nicht ausgenommen, nämlich, dass von der Linse der vertikale Meridian, von der Cornea dagegen der horizontale gemessen und berechnet wurde, sowie, dass die Tiefe der Vorderkammer ebenfalls nicht nach Bestimmungen im vertikalen Meridiane geschah. Nur Strawbrigde*) hat Linsenmessungen im horizontalen und vertikalen Meridiane vorgenommen; ob dabei auch die Corneal- und Kammermessungen in den entsprechenden Meridianen gemacht wurden, ist nicht angegeben. Ich glaube aber, dass dies nicht geschah, denn meines Wissens verdanken wir Mauthner die ersten Bestimmungen des Winkels α im vertikalen Meridiane.

Horizontalmessungen der Linse sind deshalb schwer auszuführen, weil die ebenfalls horizontal angeordneten

*) Klin. Monatsbl. f. Augenh. 1869, p. 780.

äusserst grellen Cornealbilder die Linsenbilder verdecken. Es ist klar, dass diesem Uebelstande durch eine weniger bequeme Stellung der Apparate in vertikaler Richtung abgeholfen werden könnte, wenn man nicht, wie Strawbridge, zu horizontaler Lagerung des Kopfes greifen will. Für die in Rede stehenden Zwecke dürfte der Fehler jedoch nicht von Belang sein, da wir auch andere Ungenauigkeiten mit in den Kauf nehmen müssen.

Zur Verdoppelung der Lichtquelle habe ich, wie bereits erwähnt, Prismen benutzt; der Woinow'sche Spiegelapparat eignet sich nicht dazu, da wegen der nothwendig vor die Sauerstofflampe gesetzten Sammellinse das Licht immer nur auf einen Spiegel fällt. Doppelte Lampen anzuwenden bleibt unverwehrt, ist aber wohl wegen des doppelten Sauerstoffverbrauches nicht zu empfehlen.

Die vordere Linsenfläche wurde bisher an 27 Augen gemessen, und zwar wurde von Helmholtz (l. c.) 1 myopisches u. 2 wahrscheinlich emmetropische, von Knapp (l. c.) 3 emmetropische und 1 myopisches, von Woinow (Congrès international etc.) 3 Kinderaugen, 1 emmetropisches und 2 hypertropische, von Adamük und Woinow (A. f. O. XVI., 1, p. 144) 1 emmetropisches, 1 myopisches, 2 hypermetropische, von Schöler und Mandelstamm (A. f. O. XVIII., 1, p. 155) 1 myopisches, 1 hypermetropisches, endlich von Reich (A. f. O. XX., 1, p. 207) 3 myopische untersucht; also 19 Augen mit Angabe des Refractionszustandes. Dazu kommen noch ohne Refractionsangabe von Woinow (Klin. Monatsbl. 1869, p. 479) 5 Augen, von Strawbridge (l. c.) 2 Augen und von Rosow (l. c.) 1 Auge.

Die 3 von Woinow gemessenen Kinderaugen haben Radien der vorderen Linsenfläche von 7,08 Mm. bei E, 8,89 Mm. bei H $\frac{1}{24}$ und 8,04 bei H $\frac{1}{48}$. Ich will diese

Augen, weil die ihnen zukommenden Zahlenwerthe vielleicht von denen Erwachsener differiren, hier und in der Folge bei Seite lassen.

Von den übrigen Augen sind 6 emmetropische mit Radien von 7,86 bis 10,4, im Mittel von 8,84 Mm.

Die 7 myopischen Augen bieten keine höheren Grade der Ametropie dar, der höchste ist M $\frac{1}{16}$; der kleinste Radius derselben ist 9,06, der grösste 11,9 Mm.; als Mittelzahl erhalten wir 10,25 Mm., also eine grössere Zahl als bei Emmetropie.

Nur 3 der gemessenen Augen sind hypermetropisch; sie besitzen Linsenradien von 10,15 bis 10,54, im Mittel 10,29 Mm.; also fast dieselbe Zahl wie bei Myopie.

Ziehen wir auch die Augen ohne Refractionsangabe mit in Betracht, so ist die Mittelzahl für alle Augen 9,90 Mm.; den grössten Radius mit 12,58 Mm. fand Woinow, den kleinsten 7,86 Mm., Knapp.

Ueberhaupt hat Knapp durchwegs auffallend kleine Werthe gefunden,*) was er auch selbst zugiebt.

*) Knapp fand an zwei 24 Stunden nach dem Tode herausgenommenen Augen 20jähriger Individuen im Scheitel der vorderen Linsenfläche 9,315 und 8,218 Mm. als Länge der Radien. Dass seine Werthe am Lebenden zu klein sind, erhellt aus diesen Zahlen, da die Linse nach dem Tode, wo sie der Spannung der Zonula ausgesetzt ist, stärker gewölbt sein müsste und der Krümmung bei Accommodation entsprechen würden. Nun sind die am Todten gefundenen Werthe aber eben so gross oder grösser als die von demselben Forscher am Lebenden beim Fernesehen gefundenen. Auch Helmholtz hat an todten Linsen 10,2 und 8,9 Mm. Radius gefunden, „was mit den Messungen am lebenden Auge gut stimmt" (l. c. p. 49); dass es aber mit dem nicht accommodirten Auge stimmt, ist eben zu bemängeln. Doch stimmt die Zahl 8,9 auch mit der von Helmholtz beim accommodirten Auge der O. H. gefundenen Werthe 8,6. Vergl. A. f. O. VI., 2, p. 50. — Knapp fand bei den erwähnten zwei Linsen den Radius der Vorderfläche im Centrum in einem Falle grösser, im anderen kleiner als an mehr peripher gelegenen Parthien. Meine Messungen in der Peripherie schienen stets grössere Werthe zu ergeben, als in der Mitte.

Tabelle V.

Namen.	Alter.	Refraction.	Brennweite des spiegelnden Systems der vorderen Linsenfläche q	Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche r
Georg M.	36	E	9,16086	11,8443
Adeline A.	37	E	9,4747	11,7573
Ida R.	27	E	10,9456	9,37697
Betty R.	23	E	8,05083	10,4691
Anton V.	36	E	7,04113	9,37697
Samuel W.	24	E	8,98454	11,0462
Eduard Sch. . . .	27	$M\frac{1}{40}$	10,6331	12,8067
Alfred L. (L. Auge)	25	$M\frac{1}{30}$	12,5673	13,3349
Anton Sch.	15	$M\frac{1}{20}$	14,3391	14,372
Emilie H.	12	$M\frac{1}{18}$	13,4352	12,7048
Hermine W. . . .	27	$M\frac{1}{16}$	12,7711	13,3265
Therese K. (R. A.)	12	$M\frac{1}{9}$	12,8602	13,1008
Ignaz M.	16	$M\frac{1}{6}$	11,5677	12,7759
Franz St.	16	$M\frac{1}{6}$	15,1156	14,6615
Emil E.	22	$M\frac{1}{5}$	11,0167	12,0663
Therese K. (L. A.)	12	$M\frac{1}{4}$	11,2928	12,1492
Adolf F.	21	$M\frac{1}{4}$	6,96704	9,61884
Josef H.	18	$M\frac{1}{8}$	8,95899	11,4242
Alfred L. (R. Auge)	25	$Hm\frac{1}{36}$	8,75633	10,8945
Sigmund F.	20	$Ht\ \frac{1}{20}$	11,0072	12,4181
Marie R.	33	$Hm\frac{1}{9}$	9,8995	12,0095

Vergleichen wir damit die von mir gefundenen, in Tab. V. gegebenen Werthe, so sehen wir, dass dieselben fast durchwegs grösser sind, als die bis jetzt bekannt gewordenen.

Bei den 6 emmetropischen Augen ist der kleinste Werth 9,37 Mm.; er steht ganz vereinzelt da; alle übrigen übersteigen 10 Mm., der grösste ist 11,84 Mm.; als Mittelzahl erhalten wir 10,8 Mm. Diese stimmt also mit dem grössten (von Helmholtz gefundenen) Werthe = 10,4 Mm. noch gut überein.

Sehr überraschend sind jedoch die bei Myopen gefundenen Zahlen. Unter den 12 gemessenen Augen befindet sich nur eines, dessen Radius einen kleineren Werth zeigt, als die für Emmetropie gefundene Mittelzahl aufweist $\left(M \frac{1}{4}\right)$. Unter der Minimalzahl für E bleibt keines, unter der Maximalzahl ausser dem erwähnten sonderbarer Weise noch das mit höchstgradiger Myopie $\left(\frac{1}{3}\right)$. Alle übrigen Zahlen übersteigen 12 Mm.; (nur Woinow führt ohne Angabe der Refraction einen Radius von 12,58 Mm. auf) der kleinste dieser ist 12,06, der grösste sogar 14,66. Ich glaube damit jedoch noch nicht die flachste Linsenkrümmung gefunden zu haben, einige Augen, die ich vorläufig nicht zu veröffentlichen Ursache habe, scheinen noch geringere Wölbungen zu besitzen. Die Mittelzahl aus meinen Messungen ist 12,69 Mm.

v. Arlt hat bereits vor langer Zeit*) darauf aufmerksam gemacht, dass unter den von Helmholtz gemessenen Augen das der myopischen O. H. die relativ geringste Wölbung besitze. Ganz ausdrücklich führt er dieses Factum in neuester Zeit in einer bereits Ein-

*) Krankh. d. Aug. III., p. 221.

gangs erwähnten Schrift*) auf. Er weist gleichzeitig darauf hin, dass unter den von Knapp Gemessenen gleichfalls der Kurzsichtige den grössten Radius der vordern Linsenfläche besitze, ferner auf die grossen von Reich bei kurzsichtigen Augen gefundenen Werthe. Auch lenkt er die Aufmerksamkeit auf die von Coccius**) gemachte Beobachtung, dass „die Kurzsichtigen fast immer die grössten vorderen Linsenbilder im Zustande der Ruhe besitzen".

Diesen Vermuthungen v. Arlt's könnte man nur entgegensetzen, dass Knapp's Myop mit 9,06 immer noch einen kleineren Radius hat, als Helmholtz's Nichtmyop J. H.; ferner, dass unter den von Adamük und Woinow gemessenen 4 Augen der kleinste Radius gerade dem myopischen gehöre, dass endlich Schöler und Mandelstamm bei H. den Radius grösser fanden, als bei Myopie. Meine Messungen zeigen jedoch mit Sicherheit, dass v. Arlt's Vermuthung begründet ist, und dass also bei Myopen die vordere Linsenfläche in der Regel weniger gewölbt ist als bei Emmetropen.

Untersuchen wir, ob die mehr oder weniger flache vordere Linsenwölbung in einem Zusammenhange stehe mit der Cornealwölbung, ob nicht eine geringere Linsenkrümmung die Compensation einer stärkeren Hornhautkrümmung sei, so zeigt es sich, dass ein constantes Verhältniss nicht existire, mögen wir nun alle Augen insgesammt oder nach dem Refactionszustande getrennt betrachten.

Wenn wir jedoch die exceptionellen Fälle beachten, so finden wir z. B. bei dem Emmetropen Anton V. neben einem kleinem Linsenradius (9,37), auch einen kleinen Hornhauthalbmesser (7,03); ferner bei dem Myopen

---

*) Ueber d. Ursachen u. d. Entstehung der Kurzsichtigkeit, p. 65.

**) Mechanismus d. Accomodat., p. 143.

Anton Sch., der bei geringer Myopie einen Linsenradius von 14,37 besitzt, gleichfalls eine wenig gewölbte Hornhaut von 8,01 Mm. Radius. Ebenso kann bei Franz St. mit M $\frac{1}{6}$ und r = 14,66 Mm. der Hornhautradius nicht klein genannt werden. Emil E., der einen der kleinsten Linsenradien bei Myopen besitzt, hat auch einen kleinen Cornealradius (den kleinsten der Myopen, wenn man von den beiden 12jährigen Mädchen absieht). Dagegen hat Adolf F., der mit seinem kleinen Linsenradius von 9,61 Mm. gewiss ein Ausnahmsfall ist, einen grossen Hornhautradius 7,70; nur in dem letzteren Falle könnte man von einer gewissen Compensation sprechen.

Aus den Zahlen der 3 hypermetropischen Augen einen Schluss zu ziehen, wäre voreilig. Es genüge daher zu bemerken, dass die Radien gross gefunden wurden (10,8—12,41, Mittel 11,76), am grössten bei dem atropinisirten Sigmund F. (ohne Atropin besass er 11,07), dass aber auch ohne Atropin die Krümmungshalbmesser nicht klein zu nennen sind. Auch die von Andern gemessenen Hypermetropenaugen haben durchwegs Radien über 10 Mm.

Bezüglich der relativen Grössen meiner Zahlen wäre wohl nichts hinzuzufügen; bezüglich ihrer absoluten Werthe, die so sehr von den früher gefundenen abweichen, dürften jedoch noch einige Worte am Platze sein. Man könnte meinen, dass irgend ein Fehler von meiner Seite unterlaufen sei, der diese Vergrösserung herbeiführe, und das war Anfangs, als ich die ersten grossen Werthe für q erhielt und namentlich die Zahlen Knapp's damit verglich, auch meine Meinung. Ich fand auch einen solchen Fehler, dessen ich bereits Erwähnung that, ich hatte bei einer anderen, als der beschriebenen Aufstellung der Apparate die Reflexe stets in der Peripherie erhalten und damit zu grosse Werthe. Dieser

Fehler wurde sorgsam eliminirt, die Messungen wurden wiederholt oder wo dies nicht möglich war, als unbrauchbar bei Seite gelegt, aber auch dadurch wurden die Zahlen noch nicht um vieles kleiner. Es wurden die Entfernungen der Tische, die Objektsgrösse und Distanz mit grösster Sorgfalt revidirt, denn auch hierin hätte ein Fehler liegen können: ich liess meine Berechnungen von Anderen controliren; sie wurden richtig befunden. Alle in den Formeln vorkommenden Werthe sind entweder direkt gemessen oder für jeden einzelnen Fall berechnet; nur die Constanten des Ophthalmometers waren von Meyerstein angegeben, und hätten fehlerhaft sein können. Ich habe deshalb in einem Falle den Hornhautradius in der Gesichtslinie mit beiden Instrumenten bestimmt, und mit dem älteren $\varrho_0 = 7{,}063$, mit dem neuen $\varrho_0 = 7{,}093$ gefunden; die Differenzen liegen also innerhalb der Grenzen der Messungsfehler.*) Ich glaube demnach mit voller Beruhigung meine Messungen als richtig ansehen zu können.

b. Krümmungsradius der hintern Linsenfläche (r').

Wenn man abermals die 3 von Woinow gemessenen Kinderaugen bei Seite lässt, die etwas kleinere Werthe ergeben, als die von Woinow an den Augen Erwachsener gefundenen $\left(E - 6{,}01,\ H\frac{1}{28} - 6{,}05,\ H\frac{1}{48} - 5{,}65\right)$, so erhalten wir folgende Uebersicht der bisherigen Resultate.

Bei Emmetropie schwankt r' zwischen 5,13 und 6,90 Mm.; die Mittelzahl ist 5,71.

Bei Myopie ist die kleinste Zahl 5,53, die grösste 7,60; der Mittelwerth 6,32, ist also grösser als bei E.

Bei Hypermetropie finden wir Werthe von 6,21 bis 6,53. Die Mittelzahl 6,35 gleicht wie bei der vordern Linsenfläche der der Emmetropen.

*) Vergl. A. f. O. XXIII., 3, p. 94.

Tabelle VI.

Namen.	Alter.	Refraction.	Brennweite des combinirten spiegelnden Systems der hinteren Linsenfläche q′	Krümmungshalbmesser der hinteren Linsenfläche r′
Georg M.	36	E	3,52566	8,6867
Adeline A.	37	E	3,0451	7,11936
Ida R.	27	E	3,31372	7,18316
Betty R.	23	E	3,6122	9,35042
Anton V.	36	E	3,08045	7,53356
Samuel W.	24	E	3,69761	9,45879
Eduard Sch. . . .	27	$M\frac{1}{40}$	3,25997	7,93549
Alfred L. (L. Auge)	25	$M\frac{1}{30}$	3,56575	9,25175
Anton Sch.	15	$M\frac{1}{18}$	3,56843	8,67093
Emilie H.	12	$M\frac{1}{16}$	3,30356	7,6684
Hermine W. . . .	27	$M\frac{1}{16}$	4,06901	11,3387
Therese K. (R. A.)	12	$M\frac{1}{9}$	3,51575	8,4573
Ignaz M.	16	$M\frac{1}{6}$	3,90410	9,76897
Franz St.	16	$M\frac{1}{6}$	3,47626	8,9427
Emil E.	22	$M\frac{1}{5}$	3,5874	9,18122
Therese K. (L. A.)	12	$M\frac{1}{4}$	3,92827	10,4075
Adolf F.	21	$M\frac{1}{4}$	3,48085	8,62899
Josef H.	18	$M\frac{1}{3}$	3,85026	9,57690
Alfred L. (R. Auge)	25	$Hm\frac{1}{36}$	3,44084	8,65586
Sigmund F.	20	$Ht\ \frac{1}{20}$	3,08844	6,74074
Marie R.	33	$Hm\frac{1}{9}$	3,41953	8,1715

Die Mittelzahl aus allen bisher gemessen Augen ist 6,66; der kleinste r' = 5,13, der grösste 8,00.

Der Vergleich mit den von mir gewonnenen Resultaten ergiebt abermals, dass ich viel grössere Zahlen erhalten habe.

Die kleinste Zahl, die ich fand, war 6,73, die grösste 11,33. Obwohl dieser Werth nach meinen Notizen aus 4 guten Einzelmessungen hervorging, möchte ich ihn doch, so lange er vereinzelt ist, mit einigem Misstrauen ansehen oder doch wenigstens als Ausnahme betrachten. An diese Zahl reihen sich zunächst die Werthe 10,40 und 9,76.

Bei Emmetropie liegen die Zahlen zwischen 7,11 und 9,45; Mittelwerth ist 8,21. Viel grösser sind die Werthe bei Myopie, ihre Grenzen sind 7,06 und 11,33; im Mittel 9,05. Die kleinsten Werthe (6,74 bis 8,65) fand ich bei Hypermetropie, wobei ich bemerken muss, dass gerade das atropinisirte Auge den kleinsten Werth zeigt. Die Mittelzahl ist 7,58.

Wenden wir den einzelnen Zahlen unsere Aufmerksamkeit zu, so finden wir, dass nur 4 myopische Augen meist höheren Grades $\left(M \frac{1}{3}, M \frac{1}{4}, M \frac{1}{6}\right.$, aber auch $\left.M \frac{1}{16}\right)$ Radien haben, welche den grössten bei Emmetropie gefundenen übersteigen, und dies in 2 Fällen nicht bedeutend. Aber während unter den Emmetropen die Hälfte Radien unter 8 Mm. aufweist, bleibt bei den Myopen nur ein einziger und zwar der schwächste Myop unter diesem Werthe und dies nur unbedeutend, und nur 2 Augen, das eben erwähnte und das der 12jährigen Emilie H., bleiben unter der für E. gefundenen Mittelzahl. Wir können also getrost sagen, dass bei Myopen auch der Radius der hinteren Linsenfläche grösser ist als bei Emmetropen, wenn auch Werthe

von derselben Grösse bei E vorkommen können, wie bei M.

So sehr meine Zahlen von den übrigen differiren, so stellt sich doch auch bei letzteren das eben genannte Verhältniss heraus. So hat das myopische Auge, das Helmholtz gemessen, den grössten Radius unter den von ihm gemessenen Augen; Knapp's Myop hat zwar nicht den grössten, aber doch einen relativ grossen Radius; bei Adamük und Woinow ist r' der Myopen bedeutend grösser, als der Emmetropen, während Schöler und Mandelstamm für H. und M. fast gleiche Zahlen fanden. Reich erhielt für höhere Myopien grössere Zahlen als für die niederen.

Ein strikter Vergleich der von verschiedenen Untersuchern stammenden Resultate ist jedoch hier wie bei allen in der Folge zu besprechenden Grössen, die mit Zugrundelegung dieser berechnet wurden, nicht mehr möglich, da die Methoden der Untersuchung und die bei der Berechnung verwendeten Hilfszahlen nicht die gleichen sind.

Helmholtz, der mit Lampen die Bilder entwarf und wie bei den Hornhautmessungen vorging, sagt selbst, dass wegen der Lichtschwäche der Bilder nur eine geringe Genauigkeit zu erreichen sei. Der Radius wurde von ihm mit Zuhilfenahme der Werthe des Listing'schen und von ihm modificirten*) schematischen Auges berechnet.

Knapp glaubte, dass die von ihm und Helmholtz bei der Messung der vordern Linsenfläche angewandte Methode (Vergleichung der Linsenspiegelbilder mit den Hornhautbildern bei veränderlicher Grösse der gespiegelten Objekte) vorzuziehen sei. Er fand, dass r' etwas mehr als doppelt so gross sei wie q' und setzte also

*) Physiolog. Optik, p. 111.

$r' = 2{,}q' + 0{,}1$ Mm., berechnete daraus die optischen Constanten und benutzte diese, um sie in die Formel für r' einzusetzen.

Rosow, der zuerst mit Sonnenlicht und mit Verdoppelung der Bilder mass, benutzte zur Berechnung wieder die Liesting-Helmholtz'schen Werthe, bittet aber seine Zahlen nur als Beweis der Brauchbarkeit seiner Methode zu betrachten. Auf dieselbe Weise dürfte Strawbridge gemessen haben.

Woinow ging wie Rosow vor, führt jedoch neben den von Helmholtz und Rosow benutzten schematischen Werthen für den Ort des 2. Hauptpunktes und die beiden Hauptbrennweiten des Auges noch einen dritten für den Ort der hinteren Linsenfläche ein,*) anstatt individuelle Zahlen, die er für diese Grösse gar nicht anführt, zu verwenden.

Schöler und Mandelstamm wandten nicht das Ophthalmometer, sondern das von Reich später Microoptometer genannte Instrument an.

Reich endlich benutzte wieder das Ophthalmometer, führte aber in die Berechnungen die von Helmholtz neuerdings modificirten Werthe des schematischen Auges ein.**) Es wurden also die Werthe $F' = 15{,}5025$ statt $14{,}858$, $F'' = 20{,}719$ statt $19{,}875$, und für den Ort des 2. Hauptpunktes die Zahl 2,115 statt 2,3563 angewendet.

Diese Zahlen wurden nun auch von mir benutzt. Ich will auch bemerken, dass auch hier darauf gesehen wurde, dass die Bilder im Centrum der hinteren Linsenfläche entworfen wurden. In einzelnen Fällen ist dies jedoch deshalb schwer durchführbar, weil die Bilder in der gewünschten Stellung von den blendend hellen Hornhautreflexen gedeckt werden, oder ihnen doch so nahe fielen, dass die ersteren sie überglänzten. Doch ist dies

---

*) A. f. O. XVI., 1, p. 149 und Ophthalmometrie, p. 107.

**) A. f. O. XX., 1, p. 213.

nur ausnahmsweise der Fall; ob Hermine W. hierher gehörte, weiss ich nicht mehr anzugeben.

c. Dicke der Linse.

Die bis jetzt vorliegenden Werthe schwanken zwischen 3,02 und 3,99 (Woinow's Kinderaugen haben 3,68, 3,35 und 3,42 Mm. Linsendicke). Ein deutlicher Zusammenhang mit der Refraction lässt sich nicht finden. Die Mittelzahl aus allen Augen ist 3,62; aus den emmetropischen 3,68, aus den myopischen 3,76, aus den hypermetropischen 3,70; die Myopen hätten hiernach die dicksten Linsen. Bei den von Helmholtz und Knapp gemessenen Augen besitzen aber gerade die Linsen der Myopen die geringste Dicke. Ganz anders sprechen meine Resultate. Es zeigt sich, dass die Myopen im Allgemeinen viel weniger dicke Linsen haben, als die Emmetropen, entsprechend der geringeren Wölbung ihrer Flächen (conf. v. Arlt, Ueb. d. Ursachen etc. d. Kurzsichtigk. p. 60).

Für Emmetropie fand ich als Mittelzahl 3,8; die grösste Zahl war 4,19, die kleinte 3,50; letztere bei Anton V., der, wie wir sahen, einen kleinen Radius der vorderen, einen mässig grossen der hinteren Linsenfläche, überhaupt kleine Bulbi besitzt.

Dagegen finden wir bei den Myopen, mit Ausnahme von wenigen Fällen, geringe Linsendicken. Zu diesen gehören, was nicht zu verwundern, der schwächste Myop mit 3,529 Mm., aber auch einer der stärksten mit 3,525 Mm.; diese beiden haben also fast dieselben Zahlen, wie der eben genannte Anton V.

Die grössten Zahlen, die aber immer noch unter der Mittelzahl für E bleiben, haben der stärkste Myop $\left(M \frac{1}{3}\right)$, der auch einen kleinen Radius der vorderen Linse besitzt, und Therese K. an ihrem stärker myopi-

Tabelle VII.

Namen.	Refraction.	Dicke der Linse.	Abstand des 1. Hauptpunktes der Linse von der vorderen Linsenfläche h'	Abstand des 2. Hauptpunktes der Linse von der hinteren Linsenfläche h''	Distanz der beiden Hauptpunkte der Linse.
Georg M.	E	3,80342	1,98764	1,50345	0,31233
Adeline A.	E	3,84887	2,19810	1,39052	0,26[illegible]
Ida R.	E	4,19073	2,31546	1,51953	0,35[illegible]
Betty R.	E	3,61749	1,74667	1,56002	0,31[illegible]
Anton V.	E	3,50935	1,78362	1,43314	0,29[illegible]
Samuel W.	E	3,83967	1,89925	1,62543	0,31[illegible]
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	3,52923	2,00263	1,24375	0,2[illegible]
Alfred L. (L. Auge)	$M\frac{1}{30}$	2,96617	1,61377	1,11963	0,26[illegible]
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$	3,08669	1,73394	1,04624	0,30[illegible]
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	3,31380	1,90021	1,14693	0,23[illegible]
Hermine W.	$M\frac{1}{16}$	3,48767	1,73926	1,47983	0,26[illegible]
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{9}$	3,49714	1,9815	1,2792	0,2[illegible]
Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$	3,41801	1,78244	1,36292	0,27[illegible]
Franz St.	$M\frac{1}{6}$	3,20433	1,83358	1,11838	0,2[illegible]
Emil E.	$M\frac{1}{5}$	3,31784	1,73333	1,31859	0,26[illegible]
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	3,67740	1,82124	1,56016	0,29[illegible]
Adolf F.	$M\frac{1}{4}$	3,52551	1.70518	1,52978	0,2[illegible]
Josef H.	$M\frac{1}{3}$	3,61064	1,80498	1,51286	0,2[illegible]
Alfred L. (R. Auge)	$Hm\frac{1}{36}$	3,31413	1,6974	1,3486	0,2[illegible]
Sigmund F.	$Ht\frac{1}{20}$	4,10095	2,43609	1,04953	0,61[illegible]
Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	3,43496	2,42309	1,64543	0,[illegible]

schen und zugleich amblyopischen Auge. Wir finden letzteres Auge fast immer, wenn es sich um Ausnahmen handelt, und es scheint, dass sich Anisometropen überhaupt, wie ich auch bei anderen Gelegenheiten erfahren, und bei Sehschwäche des einen Auges insbesondere oft ausnahmsweise verhalten. Die Mittelzahl für Myopie ist 3,38; 2,96 und 3,67 sind die Grenzwerthe.

Die Mittelzahl für die Hypermetropen wäre 3,61; aber die Einzelwerthe differiren sehr. Das Mittel aus sämmtlichen Augen ist wegen der Ueberzahl der Myopen nicht zu verwerthen.

d. Hauptpunkte der Linse.

Der Abstand des 1. Hauptpunktes der Linse von ihrer vorderen (h′) und des 2. Hauptpunktes von ihrer hinteren Fläche (h″), sowie die Distanz der beiden Hauptpunkte bieten nichts Interessantes. Die nach meinen Messungen berechneten Werthe stimmen mit den von Anderen gefundenen ziemlich überein: die Mittelzahlen aus den fremden Messungen ergeben:

für E	h′ = 2,05	h″ = 1,40	Distanz 0,22
„ M	„ = 2,18	„ = 1,40	„ 0,22
„ H	„ = 2,14	„ = 1,31	„ 0,19

Meine Messungen geben als Mittel

für E	h′ = 2,01	h″ = 1,47	Distanz 0,29
„ M	„ = 1,80	„ = 1,30	„ 0,26
„ H	„ = 2,18	„ = 1,34	„ 0,41

Es ist nicht zu verwundern, dass die Zahlen für M im Allgemeinen kleiner ausfallen, da die Distanz fast gleich, die Dicke der Linse aber geringer ist als bei E.

Ganz vereinzelt steht die Zahl 0,61 als Distanz der Hauptpunkte bei Sigmund F. da.

e) Hauptbrennweiten der Linse (φ).

Die Werthe hierfür finden wir nur von Knapp, Woinow (Kinderaugen), Woinow-Adamük, Schöler-Mandelstamm und von Reich gegeben. Dies gilt auch von allen folgenden optischen Constanten. Lassen wir die Kinderaugen ($\varphi = 40,62$, 43,22 und 39,82) bei Seite, so sind noch 13 Augen in Betracht zu ziehen.

Unter den 4 emmetropischen Augen giebt Knapp die kleinste Zahl, 37,70, Adamük-Woinow die grösste, 44,77; der Mittelwerth ist 40,52 und bleibt nicht nur unter dem neuen Werthe des schematischen Auges, welcher 50,671 beträgt, sondern auch unter dem alten (43,707) zurück.

Die myopischen Augen haben im Minimum 43,13 (Knapp), im Maximum 54,49 (Reich), im Mittel 48,42 Mm., bleiben also noch immer unter dem Werthe des neueren schematischen Auges; dasselbe gilt von den hypermetropischen Augen (44,86—48,25) mit der Mittelzahl 48,42.

Dass meine Berechnungen andere Werthe ergeben müssen, ist klar, theils da ich für die Krümmung der Linsenfläche grössere Radien gefunden, theils da hier wieder Zahlen des schematischen Auges benutzt werden müssen, die durch Helmholtz neuerdings eine Aenderung erfahren haben. Es wurde als Brechungs-Index der Linse statt 1,4545, der neue Werth 1,4371 benutzt.

Bei den Emmetropen fand ich als kleinste Brennweite 54,69, als grösste 66,80 Mm. Die Mittelzahl 60,93 ist also weit grösser, als die des schematischen Auges.

Viel grösser ist die Brennweite bei den Myopen. Die kleinste Zahl ist 59,62 (bei Adolf F. mit auffallend kleinem Radius der vorderen Linsenfläche); zunächst kommt die Zahl 62,81 bei der 12jähr. Emilie H.

Diese beiden Zahlen sind kleiner als die grösseren

Tabelle VIII.

Namen.	Refraction.	Hauptbrennweite der Linse φ	Namen.	Refraction.	Hauptbrennweite der Linse φ
Georg M.	E	64,8498	Therese K. (R. A.)	$M\frac{1}{9}$	68,4547
Adeline A.	E	58,0823	Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$	72,7748
Ida R.	E	56,7010	Franz St.	$M\frac{1}{6}$	73,1007
Betty R.	E	64,4956	Emil E.	$M\frac{1}{5}$	68,5197
Anton V.	E	54,6974	Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	73,6318
Samuel W.	E	66,800	Adolf F.	$M\frac{1}{4}$	59,6208
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	65,824	Josef H.	$M\frac{1}{3}$	68,3804
Alfred L. (L. Auge)	$M\frac{1}{30}$	71,905	Alfred L. (R. Auge)	$Hm\frac{1}{36}$	63,8423
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$	69,7537	Sigmund F.	$Ht\frac{1}{20}$	57,2126
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	62,8156	Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	63,7859
Hermine W. . . .	$M\frac{1}{16}$	80,7762			

bei Emmetropie vorkommenden; auch Eduard Sch., der schwächste gemessene Myop mit $\varphi = 65,8$ wird von dem Emmetropen Samuel W. mit 66,8 übertroffen. Alle anderen 9 Myopen haben grössere Radien, als sie bei Emmetropie gefunden wurden; die grössten sind 73,310 bei M $\frac{1}{6}$, 73,63 bei M $\frac{1}{4}$ und 80,77 bei M $\frac{1}{16}$; gegen letztere Zahl habe ich dieselben Bedenken, die ich beim Radius der hinteren Linsenfläche desselben Auges ausgesprochen habe (siehe Seite 238).

Die Mittelzahl für M beträgt 69,29 oder, wenn wir das Auge mit $\varphi = 80,77$ weglassen, 68,61.

Ueber die Hypermetropen lässt sich wenig sagen. Zwei Werthe über 63 Mm. werden von 3 der

Emmetropen übertroffen; beide Augen sind aber ohne Atropin untersucht; bei Marie R. dürfte beim Fernsehen wohl wenig Accommodation mehr ins Spiel kommen. Sigmund F. wurde nach Atropin-Einträufelung untersucht und giebt auch da einen relativ kleinen Werth für φ. Die Mittelzahl wäre 61,44.

V. Ort der Hauptpunkte (H', H").

Im schematischen Auge ist als Ort des 1. Hauptpunktes (H'), d. i. als Entfernung desselben vom Hornhautscheitel 1,750, als Ort des 2. Hauptpunktes (H") 2,125 angenommen; die Distanz derselben würde also 0,365 Mm. betragen.

Die älteren Messungen ergeben 1,30 als den kleinsten, 2,15 als den grössten Werth für H', während die Werthe für H" zwischen 1,76 und 2,60 liegen. Die Distanz beider Hauptpunkte beträgt 0,31 bis 0,53. Die Mittelzahlen sind H' = 1,80, H" = 2,17, Distanz = 0,38.

Ich erhielt durchwegs etwas kleinere Werthe:

bei E ist H'	= 1,11	bis	1,54	Mittel	1,28
„ M „ „	= 1,01	„	1,38	„	1,24
„ H „ „	= 1,26	„	1,48	„	1,31
bei E „ H"	= 1,54	„	2,04	„	1,72
„ M „ „	= 1,39	„	1,83	„	1,62
„ H „ „	= 1,66	„	2,07	„	1,81
bei E ist Distanz	= 0,41	„	0,49	„	0,44
„ M „ „	= 0,32	„	0,44	„	0,39
„ H „ „	= 0,32	„	0,49	„	0,49

Die Betrachtung der einzelnen Zahlen der Tabelle lässt aber nicht den Schluss zu, dass die Refraction irgend ein constantes Verhältniss bedinge. Nur bei der Distanz der Hauptpunkte muss es auffallen, dass 7 unter den 12 Myopen Werthe unter 0,1 Mm. zeigen, was weder bei den Emmetropen, noch bei den Hypermetro-

Tabelle IX.

Namen.	Refraction.	Ort des 1. Hauptpunktes H'	Ort des 2. Hauptpunktes H''	Distanz der Hauptpunkte.
Georg M.	E	$1,25_{52}$	$1,71_{251}$	$0,45_{729}$
Adeline A.	E	$1,36_{206}$	$1,77_{447}$	$0,41_{241}$
Ida R.	E	$1,54_{602}$	$2,04_{408}$	$0,49_{806}$
Betty R.	E	$1,16_{202}$	$1,61_{376}$	$0,45_{174}$
Anton V.	E	$1,26_{089}$	$1,69_{398}$	$0,43_{309}$
Samuel W.	E	$1,11_{554}$	$1,54_{719}$	$0,43_{165}$
Eduard Sch. . . .	M $\frac{1}{40}$	$1,31_{336}$	$1,75_{702}$	$0,44_{366}$
Alfred L. (L. Auge)	M $\frac{1}{30}$	$1,20_{016}$	$1,52_{237}$	$0,32_{221}$
Anton Sch.	M $\frac{1}{20}$	$1,38_{91}$	$1,83_{668}$	$0,44_{758}$
Emilie H.	M $\frac{1}{18}$	$1,36_{302}$	$1,71_{792}$	$0,35_{490}$
Hermine W.	M $\frac{1}{16}$	$1,01_{041}$	$1,39_{504}$	$0,38_{463}$
Therese K. (R. A.)	M $\frac{1}{9}$	$1,28_{862}$	$1,63_{716}$	$0,34_{854}$
Ignaz M.	M $\frac{1}{6}$	$1,31_{418}$	$1,68_{684}$	$0,37_{266}$
Franz St.	M $\frac{1}{6}$	$1,17_{661}$	1.56_{134}	$0,38_{473}$
Emil E.	M $\frac{1}{5}$	$1,17_{660}$	$1,56_{029}$	$0,38_{369}$
Therese K. (L. A.)	M $\frac{1}{4}$	$1,05_{541}$	$1,46_{601}$	$0,41_{059}$
Adolf F.	M $\frac{1}{4}$	$1,33_{375}$	$1,78_{371}$	$0,44_{996}$
Josef H.	M $\frac{1}{3}$	$1,32_{357}$	$1,77_{003}$	$0,44_{646}$
Alfred L. (R. Auge)	Hm $\frac{1}{36}$	$1,26_{097}$	$1,66_{866}$	$0,40_{769}$
Sigmund F.	Ht $\frac{1}{20}$	$1,48_{97}$	$2,07_{578}$	$0,58_{608}$
Marie R.	Hm $\frac{1}{9}$	$1,20_{313}$	$1,70_{216}$	$0,49_{903}$

pen vorkommt, während sich bei den letzteren 2 Mal relativ sehr hohe Werthe finden. Auch Knapp's Myop hat die niedrigste Zahl, ebenso finden Adamük, Woinow, Schöler-Mandelstamm, endlich Reich für Myopen Werthe unter 0,4 Mm., für 2 Hypermetropen dagegen etwas höhere (0,407 und 0,53).

VI. Ort der Knotenpunkte (K', K")

Die hierfür gewonnenen Werthe bieten an und für sich nichts Bemerkenswerthes. Im schematischen Auge wurde K' = 6,966, K" = 7,331 angenommen.

Meine Zahlen unterscheiden sich nicht wesentlich von denen Anderer. Letztere bewegen sich zwischen 6,12 und 7,07 bei K'; während die meinen zwischen 6,19 und 7,21 liegen; — beim 2. Knotenpunkte finden die früheren Untersucher 6,49 bis 7,41, ich finde 6,43 bis 7,65.

Bezüglich der Refraction lässt sich auch hier kein fixes Verhältniss nachweisen, nur sei bemerkt, dass ich für K' Werthe über 7 Mm. nur bei Myopen, und zwar 4 Mal unter 12 Augen gefunden habe; was K" anbelangt, sind die Werthe bei 6 Emmetropen 3 Mal über 7 Mm., bei 12 Myopen aber 9 Mal.

Interessanter ist die Lage der Knotenpunkte in Beziehung zur hinteren Linsenfläche. Ich habe die Abstände von derselben in der Tabelle X zusammengestellt und die Lage vor dem hinteren Linsenscheitel mit —, die hinter demselben mit + bezeichnet. Es zeigt sich hiernach, dass bei den Emmetropen nur 2 Mal beide Knotenpunkte innerhalb der Linse liegen, 4 Mal liegt der 2. Knotenpunkt hinter derselben.

Anders bei Myopie; unter 12 Augen ist letzteres 7 Mal nicht der Fall; in 6 Augen liegen beide Knotenpunkte im Glaskörper, einmal fällt der vordere genau

Tabelle X.

Namen.	Refraction.	Ort des 1. Knotenpunktes K′	Ort des 2. Knotenpunktes K″	Lage zum hinteren Linsenscheitel, des 1. Knotenpunktes	Lage zum hinteren Linsenscheitel, des 2. Knotenpunktes
Georg M.	E	6,67678	7,13407	− 0,14	+ 0,32
Adeline A.	E	6,64226	7,05467	− 0,41	+ 0,36
Ida R.	E	6,86132	7,35938	− 0,49	− 0,07
Betty R.	E	6,50492	6,95666	− 0,09	+ 0,36
Anton V.	E	6,19619	6,62928	− 0,23	+ 0,20
Samuel W.	E	6,32464	6,43165	− 0,43	− 0,32
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	7,00736	7,45102	+ 0,26	+ 0,70
Alfred L. (L. Auge)	$M\frac{1}{30}$	6,68876	7,01097	+ 0,16	+ 0,49
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$	7,21180	7,65938	+ 0,06	+ 0,45
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	6,47672	6,83162	− 0,51	− 0,15
Hermine W. . . .	$M\frac{1}{16}$	6,66881	7,05344	+ 0,37	+ 0,82
Therese K. (R. A.)	$M\frac{1}{9}$	6,74232	7,09086	− 0,21	+ 0,14
Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$	7,08488	7,45754	0,00	+ 0,37
Franz St.	$M\frac{1}{6}$	6,84281	7,22754	+ 0,36	+ 0,74
Emil E.	$M\frac{1}{5}$	6,54490	6,92859	− 0,09	+ 0,29
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	6,41411	6,82471	− 0,35	+ 0,06
Adolf F.	$M\frac{1}{4}$	6,72368	7,17864	− 0,06	+ 0,39
Josef H.	$M\frac{1}{3}$	7,10737	7,55885	+ 0,03	+ 0,48
Alfred L. (R. Auge)	$Hm\frac{1}{36}$	6,64367	7,05186	+ 0,05	+ 0,46
Sigmund F.	$Ht\,\frac{1}{20}$	6,7028	7,28888	− 0,33	+ 0,12
Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	6,47823	6,97726	− 0,43	+ 0,07

in den hinteren Linsenscheitel. Unter den restirenden 5 Augen liegt 2 Mal (bei Emil E. und Adolf F.) der vordere Knotenpunkt wenigstens dem Linsenscheitel sehr nahe. Die übrigen 3 Augen, in denen 2 Mal der vordere, einmal sogar beide Knotenpunkte innerhalb der Linse sich befinden, gehören den zwei 12jähr. Mädchen an, sind also wohl kaum maassgebend.

Es scheint also Regel zu sein, dass bei erwachsenen Myopen entweder beide Knotenpunkte hinter der Linse, oder doch in Bezug auf den hinteren Linsenscheitel weit nach hinten zu liegen kommen.

Die anderen Beobachter fanden mit Ausnahme eines Auges, wo der 2. Knotenpunkt im Glaskörper lag, stets beide Knotenpunkte in der Linse, was sich, wie erwähnt, nach meinen Messungen nur 3 Mal ereignete.

Die Lage der Knotenpunkte in Beziehung zum Krümmungsmittelpunkte der Hornhaut schwankt beim ersten zwischen 0,62 und 1,00. Bei der Mehrzahl der Myopen ist die Entfernung etwas kleiner, doch kommen bei einigen gerade die höchsten Zahlen vor. Dasselbe gilt vom 2. Knotenpunkte; die Werthe liegen zwischen 0,16 und 0,55.

VII. Hauptbrennweiten des Auges (F', F'').

Da die Cornealradien, welche ich bei den 21 gemessenen Augen beobachtete, dieselben Grössen zeigen, wie sie Andere gefunden, so ist es klar, dass bei den ganz verschiedenen Werthen, die ich für die Krümmung der Linsenfläche annehmen muss, auch die Hauptbrennweiten des Auges bedeutend verschieden ausfallen mussten.

Als vordere Brennweite wurde bisher 13,66 bis 15,82 Mm. gefunden. Bei Emmetropen war sie im Mittel

13,91, bei Myopen 14,69, bei Hypermetropen 14,62. Die Myopen würden also die grössten Werthe zeigen. Dabei dürfen wir aber nicht vergessen, dass sich unter den 4 Emmetropen, aus denen die Mittelzahl berechnet wurde, 3 von Knapp gemessene Augen befinden, dass dieser Forscher durchwegs auffallend kleine Zahlen gefunden, und dass sein myopisches Auge, mit $F' = 13{,}95$ von einem Emmetropen mit 14,02 übertroffen wird. Dagegen hat Reich für seine gemessenen Augen (Myopen) die grössten bisher bekannten Werthe gefunden (14,95, 15,11, 15,82); bei dem stärksten Myopen $\left(M\ \frac{1}{19}\right)$ war F' auch am grössten. Ganz dasselbe gilt von F'', welches Werthe von 18,26 bis 21,15 zeigt, mit folgenden Mittelzahlen: E 18,59, M 19,63, H 19,55.

Meine Zahlen differiren hiervon ganz beträchtlich: Unter $F' = 14{,}66$, $F'' = 19{,}60$ fand ich keine Werthe; die grössten sind $F' = 17{,}30$, $F'' = 23{,}12$.

Die Emmetropen hatten im Mittel $F' = 15{,}62$, $F'' = 20{,}88$; die niedrigsten Zahlen sind: $F' = 14{,}66$, $F'' = 19{,}60$: die höchsten: $F' = 16{,}28$, $F'' = 21{,}70$. Die ersteren fanden sich bei Anton V., bei dem, wie erwähnt, alle gemessenen und berechneten Werthe klein sind; die grössten Werthe zeigt Georg M., der durchaus grosse Zahlen aufweist. Diese bilden also vollkommene Extreme.

Die Myopen haben im Allgemeinen grössere Hauptbrennweiten. Die Mittelzahlen sind $F' = 16{,}41$, $F'' = 22{,}03$; die kleinsten Werthe $F' = 15{,}37$, $F'' = 20{,}48$; die grössten $F' = 17{,}30$ und $F'' = 23{,}12$. Während jedoch bei den Brennweiten der Linse nur zwei Augen vorkommen, welche hinter der Maximalzahl der Emmetropen zurückbleiben, finden wir hier 5 Augen, welche kleinere Brennweiten haben, als der Emmetrop Georg M. Der Einfluss eines kleinen Hornhautradius wird bei 3 der

Tabelle XI.

Namen.	Refraction.	I. Hauptbrennweite F'	II. Hauptbrennweite F''
Georg M.	E	16,28$_{61}$	21,70$_{766}$
Adeline A.	E	15,69$_{19}$	20,97$_{21}$
Ida R.	E	15,79$_{6}$	21,11$_{13}$
Betty R.	E	15,87$_{8}$	21,22$_{09}$
Anton V.	E	14,66$_{64}$	19,60$_{17}$
Samuel W.	E	15,48$_{0}$	20,68$_{91}$
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	16,92$_{12}$	22,61$_{52}$
Alfred L. (L. Auge)	$M\frac{1}{30}$	16,31$_{1}$	21,79$_{96}$
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$	17,30$_{88}$	23,12$_{65}$
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	15,37$_{23}$	20,48$_{6}$
Hermine W. . . .	$M\frac{1}{16}$	16,81$_{55}$	22,47$_{89}$
Therese K. (R. A.)	$M\frac{1}{9}$	16,20$_{7}$	21,66$_{07}$
Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$	17,14$_{91}$	22,91$_{98}$
Franz St.	$M\frac{1}{6}$	16,83$_{86}$	22,50$_{48}$
Emil E.	$M\frac{1}{5}$	15,95$_{4}$	21,32$_{28}$
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	15,81$_{66}$	21,17$_{53}$
Adolf F.	$M\frac{1}{4}$	16,00$_{36}$	21,39$_{36}$
Josef H.	$M\frac{1}{3}$	17,18$_{81}$	22,97$_{19}$
Alfred L. (R. Auge)	$Hm\frac{1}{36}$	15,99$_{6}$	21,37$_{87}$
Sigmund F.	$Ht\frac{1}{20}$	15,49$_{2}$	20,70$_{51}$
Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	15,67$_{65}$	20,95$_{16}$

selben durch eine grosse Linsenbrennweite compensirt. Es gehören hierher Emilie H. mit $\varrho = 6{,}99$ und $\varphi = 62{,}81$, $F'' = 20{,}48$; ferner Therese K., deren linkes Auge $\varrho = 6{,}98$, dagegen $\varphi = 73{,}63$ ($F'' = 21{,}17$) besitzt, während das rechte Auge $\varrho = 7{,}34$ und $\varphi = 68{,}45$ ($F'' = 21{,}66$) zeigt, also die beiden oft erwähnten 12jährigen Mädchen; endlich das Auge des Emil E., das dem letzten sehr gleicht; $\varrho = 7{,}21$, $\varphi = 68{,}51$, woraus $F'' = 21{,}32$. Bei Adolf F. dagegen hat bei grossem Hornhautradius ($\varrho = 7{,}79$) entschieden die Linse einen Antheil an der Höhe der Myopie, denn ihre Brennweite beträgt nur 59,62 und $F'' = 21{,}39$. Letzteres Verhältniss ist jedoch selten der Fall. Sowohl bei entschieden kleinem, als bei entschieden grossem Radius der Cornea (bei jedem Refractionszustande) giebt gewöhnlich dieser den Ausschlag, so dass einer stark gewölbten Hornhaut auch bei grosser Linsenbrennweite kleine Hauptbrennweiten entsprechen, und bei flacherer Hornhaut die grössten Brennweiten zu finden sind. Ich habe im Folgenden einige grosse und kleine Werthe von ϱ mit entsprechendem φ und F'' zusammengestellt:

Therese K., L. A.	$\varrho = 6{,}98$	$\varphi = 73{,}63$	$F'' = 21{,}17$
Emilie H.	6,99	62,81	20,48
Samuel W.	7,00	66,80	20,68
Anton V.	7,03	54,69	19,60
Emil E.	7,21	68,51	21,32
Marie R.	7,25	63,78	20,95
Alfred L., L. A.	7,30	71,90	21,79
Therese K., R. A.	7,34	68,45	21,66
Ignaz M.	7,79	72,91	22,91
Eduard Sch.,	8,00	65,82	22,61
Anton Sch.,	8,01	69,75	23,12
Josef H.	8,03	68,38	22,97

In einigen dieser Fälle zeigt es sich freilich, dass zwei grosse oder zwei kleine Werthe von ϱ und φ gemeinsam F'' verlängern oder verkürzen.

Die 3 hypermetropischen Augen zeigen keine von den Emmetropen merklich abweichende Werthe.

VIII. Ort der Brennpunkte und Axenlänge des Auges.

Die Entfernung des 2. Brennpunktes vom Cornealscheitel und die bei Bekanntsein der Refraction daraus leicht zu berechnende Länge der äusseren Augen-Axe ist der Prüfstein für die Richtigkeit oder vielmehr für die Wahrscheinlichkeit der Werthe, welche für die Krümmung der brechenden Flächen und deren Entfernung durch Messung eruirt oder als schematische Werthe angenommen wurden.

Gegen die Richtigkeit der Zahlen des Listing'schen schematischen Auges und seiner Modificationen sind von mehreren Seiten Bedenken erhoben worden.

Donders berechnete schon im Jahre 1860*) die Länge der „Gesichts-Axe" aus den Gläsern, welche bei Aphakie erforderlich sind, und findet, dass, da $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{3{,}5}$, 6''' vom Auge entfernt, meist gebraucht werden, die Gesichts-Axe 22,9 bis 23,9 Mm. betragen müsse; Zahlen, welche grösser seien, als die von Listing, Helmholtz, und namentlich von Knapp; es ist mithin die „Brennweite der Linse von Allen zu klein geschätzt"; er bedient sich zur Berechnung der Augen-Axe des Werthes 7,7 Mm. für den Hornhautradius, anstatt der von Listing angenommenen 8 Mm.

*) A. f. O., VII, 1, p. 159.

O. Becker*) macht ebenfalls auf den Widerspruch zwischen der Axenlänge des schematischen Auges und den Durchschnittswerthen nach Sehprüfungen aphakischer Augen aufmerksam. Er construirt ein Durchschnitts-Auge mit $\varrho = 7{,}7$ Mm. und $\varphi = 54{,}84$ Mm.

Am ausführlichsten beschäftigt sich Mauthner,**) indem er ebenfalls das aphakische Auge zu Grunde legt, mit dem Gegenstande. Er berechnet, welches Convexglas das schematische Auge benöthigen würde, wenn es mit einem Cornealradius von 8 Mm. durch Entfernung der Linse hypermetropisch gemacht würde; es müsste ein Glas von 2″ 4,8‴ Brennweite bei 9 Mm. Abstand von der Hornhaut sein; „dass ist aber nie und nimmer der Fall". Das schematische Auge würde daher einer hochgradigen Hypermetropie entsprechen. Behält man dagegen die Länge des Listing-Helmholtz'schen schematischen Auges mit 22,231 Mm. bei, so würde die Axenlänge 24,379 Mm. betragen müssen. Er kommt zu dem Schlusse, dass ein schematisches Auge 1) einen wesentlich kleineren Hornhautradius haben müsse, 2) eine Linse von wesentlich geringerer Wölbung, 3) eine wesentlich grössere Axenlänge (p. 247).

Auch die neuerlich von Helmholtz geänderten Zahlen des schematischen Auges sind nach Mauthner noch nicht die richtigen, auch in diesen ist das Auge noch zu kurz und der Werth der Linse ist zu hoch veranschlagt (p. 428).

Gegen die Bestimmung der optischen Constanten am lebenden Auge mit Hilfe des Ophthalmometers überhaupt, und gegen die bisher gemachten Messungen insbesondere, wendet sich Mauthner in sehr scharfer Weise. Er hält die Bestimmung der Länge der Augen-

---

*) Graefe-Saemisch, Handb., V, 1 p. 436 ff.

**) l. c., 241 ff.

Axe am Lebenden in solange für „ein unfruchtbares Gebahren", als der Brechungs-Index der lebenden Linse nicht bekannt ist (p. 638). In diesem müsse der Fehler liegen, indem der Brechungs-Index von Kammerwasser und Glaskörper auch nach den neuesten Untersuchungen von den Listing'schen Werthen nicht sehr differirt, und die übrigen Stücke sich mit mehr oder weniger grosser Genauigkeit bestimmen lassen (p. 425). Was die bisher gemachten Messungen von Knapp, Adamük-Woinow, Schöler-Mandelstamm betrifft, so förderten sie unmögliche Resultate zu Tage; denn es ist unmöglich, dass ein Auge mit einem Cornealradius von 7,235 Mm. eine Axenlänge von 20,971 Mm., oder dass ein Auge an M $\frac{1}{30}$ und $\varrho = 7,7$ Mm., eine Axenlänge von 22,181 Mm. besitze. Ein solches aphakisches Auge würde zur Correction eine Linse von $2\frac{1}{8}''$ benöthigen. Auch Reich's Werthe, obwohl sie mit Zuhilfenahme der neuen Zahlen für das schematische Auge berechnet wurden, hält Mauthner noch für zu klein (p. 426—428). Man verfährt nach seiner Meinung am besten zur Bestimmung der Augen-Axe, wenn man diese, mit Berücksichtigung des Hornhautradius, aus den bei Aphakie nöthigen Gläsern berechnet, da aus den letzteren hervorgeht, dass der Werth der Linse im Auge nur wenig schwankt (pag. 639). Dass der Werth der Linse Schwankungen unterliege, und zwar um 26 Mm., oder (nach Weglassung eines zweifelhaften Falles) doch um 19 Mm. Brennweite, haben meine Messungen gezeigt.

Ein Gegner von Mauthner's Methode könnte noch Folgendes einwenden. Nach Extraction einer Cataracta bleibt die tellerförmige Grube des Glaskörpers nicht bestehen; an die Stelle derselben tritt eine plane Fläche des Glaskörpers. Es wird also einerseits der durch das Fehlen der Linse erzeugte leere Raum durch vermehrtes

Kammerwasser, andererseits durch das Vorrücken des Grundes der tellerförmigen Grube ausgefüllt. Zu dieser Ausfüllung ist aber entweder eine Vermehrung der Glaskörpermenge nothwendig, und diese dürfte wohl nicht erfolgen, oder es würde, da das aphakische Auge nach Verheilung der Wunde nicht merklich weicher geworden ist, eine Verkleinerung des Glaskörperraumes stattfinden müssen. Diese könnte nun durch eine concentrische Verkleinerung der Bulbuskapsel vermöge der Elasticität ihrer Wandungen erfolgen, oder dadurch, dass durch den Druck der sich contrahirenden Musc. recti die Wandungen etwas eingedrückt und die Augen-Axe länger gemacht würde. Dann würde das Auge aber schwächerer Convexlinsen bedürfen, als dies der Fall wäre, wenn, wie Mauthner annimmt, die Gestalt des Auges unverändert bliebe. Erwiesen ist jedoch keines von beiden. v. Arlt*) sagt: „Nach der Extraction dürfte die Seh-Axe etwas länger, der Aequatorialdurchmesser etwas kürzer bleiben."

Sei dem jedoch, wie ihm wolle, so glaube ich nicht, dass eine derartige Axenverlängerung so bedeutend wäre, dass Mauthner's Einwürfe dadurch vollkommen entkräftigt würden. Im Gegentheile muss ich zugeben, dass meine Messungen vollständig in Mauthner's Sinne ausgefallen sind. Wenigstens sind die Werthe für die Linsen viel geringer und dadurch die Hauptbrennweiten grösser geworden; es musste also auch die Axenlänge des Auges eine Vergrösserung erfahren. Es musste mich mit grosser Befriedigung erfüllen, als ich meine für Emmetropie gefundenen Werthe für die Augen-Axe mit den von Mauthner nach seiner Me-

*) Graefe-Saemisch, Handb. III, p. 250.

thode berechneten auf p. 640 verglich; sie stimmen bis auf unbedeutende Differenzen.

Ich gehe nun zur Betrachtung meiner Messungen über. Ueber die Entfernung der Hauptbrennpunkte vom Cornealscheitel ist nicht viel zu bemerken. Die Werthe für den 1. Brennpunkt liegen zwischen 13,40 und 15,91 Mm. Die Mittelzahlen sind für E = 14,34, für M = 14,82, für H = 14,40; für M sind sie, wie auch fast alle Einzelwerthe zeigen, bestimmt grösser.

Für den Ort des 2. Hauptbrennpunktes (von 21,29 bis 24,96) finden wir die Mittelwerthe 22,61 für E, 23,67 für M, 22,81 für H; auch hier ist die Zahl für M die grösste. Denken wir für jedes Auge die Entfernung zwischen Hornhaut und Netzhaut gleich der Mittelzahl für E, so würde unter den Myopen nur das Auge der 12jährigen Emilie H. noch etwas myopisch bleiben, alle andern Augen wären vermöge ihres dioptrischen Apparates in verschiedenen Graden hypermetropisch. Aber auch, wenn wir statt der Mittelzahl die Maximalzahl für E (23,42) supponiren, würden noch 8 Augen hypermetropisch sein.

Aus den Werthen für den Ort des 2. Brennpunktes berechnen wir die Länge der Augenaxe; bei Ametropie nach der von Helmholtz gegebenen Formel.*) Die Dicke der Bulbuswand am hintern Pole = 1,3 Mm. wird zu dem gefundenen Werthe addirt. Für Myopen mit Ausdehnung des hintern Poles ist dieser Werth etwas zu hoch gegriffen.**) Die Länge der Augenaxe bei den Emmetropen beträgt im Maximum 24,72 Mm., im

*) Physiol. Optik, p. 56, Formel 116.

**) Zur Berechnung der Achsenlänge bei H wurde, wo nicht atropinisirt, Hm benutzt, bei Alfred L. (L. A.) wurde die wirkliche M $\frac{1}{30}$ zu Grunde gelegt. M $\frac{1}{16}$ zu nehmen wäre vielleicht richtiger gewesen.

Tabelle XII.

Namen.	Refraction.	Ort des 1. Brennpunktes.	Ort des 2. Brennpunktes.	Augen-Axe.
Georg M.	E	15,03088	23,42017	24,72
Adeline A.	E	14,32984	22,74657	24,04
Ida R.	E	14,24998	23,15588	24,45
Betty R.	E	14,71598	22,83466	24,13
Anton V.	E	13,40551	21,29568	22,59
Samuel W.	E	14,36446	22,23629	23,53
Eduard Sch. . . .	$M\frac{1}{40}$	15,60784	24,87222	25,31
Alfred L. (L. Auge)	$M\frac{1}{30}$	15,11084	23,32197	25,18
Anton Sch.	$M\frac{1}{20}$	15,9147	24,96318	26,84
Emilie H.	$M\frac{1}{18}$	14,00928	22,20392	24,18
Hermine W. . . .	$M\frac{1}{16}$	15,80509	23,86894	26,07
Therese K. (R. A.)	$M\frac{1}{9}$	14,91838	23,29786	26,12
Ignaz M.	$M\frac{1}{6}$	15,83492	24,60664	28,76
Franz St.	$M\frac{1}{6}$	15,66199	24,06614	28,10
Emil E.	$M\frac{1}{5}$	14,7774	22,88259	25,88
Therese K. (L. A.)	$M\frac{1}{4}$	14,76118	22,64131	27,82
Adolf F. . . . . . , .	$M\frac{1}{4}$	14,66922	23,17731	28,43
Josef H.	$M\frac{1}{3}$	15,86457	24,74193	32,64
Alfred L. (R. Auge)	$Hm\frac{1}{36}$	14,73503	23,04736	20,78
Sigmund F.	$Ht\frac{1}{20}$	14,0023	22,78088	19,32
Marie R.	$Hm\frac{1}{9}$	14,47337	22,65376	19,19

Minimum 22,59 Mm. Das Auge, dem diese kurze Augenaxe zukommt, hat die kürzeste Brennweite der Linse und einen sehr kurzen Hornhautradius von nur 7,03 Mm. Samuel W. mit einem noch kleineren Radius der Cornea (7,00 Mm.), aber grösserer Linsenbrennweite (66,8 Mm.) hat eine Achsenlänge seines Auges von 23,52 Mm. Die übrigen emmetropischen Augen sind über 24 Mm. lang. Es kommen sicher längere Axen bei grösserem Cornealradius vor.

Die myopischen Augen haben mit Ausnahme eines einzigen, längere Augenaxen, als die längste bei den 6 emmetropischen gefundenen; diese Ausnahme betrifft die Emilie H. mit 24,18 Mm. Axenlänge; die nächste Grösse beträgt 25,18 bei einem schwachen Myopen; die längste Axe (32,64) besitzt das stärkste myopische Auge $\left(M\ \frac{1}{3}\right)$.

Die hypermetropischen Augen haben Axenlängen von 19,19 und 20,78 Mm.

Zwei Augen mit gleicher Myopie $\left(\frac{1}{6}\right)$ differiren nur wenig sowohl in der Achsenlänge als in den Brennweiten der Cornea und Linse. Für f'' finden sich die Werthe 30,95 und 30,24; für φ 72,77 und 73,20; für $F'' = 22{,}91$ und 22,50; die Axenlängen sind 28,76 und 28,10 Mm. Anders verhalten sich zwei Augen mit $M\ \frac{1}{4}$ (Therese K. und Adolf F.). Die Axenlängen haben keine viel grössere Differenz, als die eben angeführten zwei Augen mit $M\ \frac{1}{6}$; die hinteren Brennweiten sind fast gleich (21,17 und 21,39, ebenso die vorderen: 15,81 und 16,0), dagegen besitzt Therese K. einen sehr kleinen Hornhautradius: 6,98 ($f'' = 27{,}80$) und eine grosse Linsenbrennweite: 73,63; während Adolf F. einen grossen Cor-

nealradius: 7,70 ($f'' = 30,58$) und eine Linse von kurzer Brennweite: 59,62 aufzuweisen hat. Wir sehen also, dass bei annähernd gleicher Axenlänge und gleicher Refraction der Brechwerth der Cornea und Linse ebenfalls annähernd gleich sein kann, oder dass die Gleichheit des gesammten dioptrischen Apparates dadurch erzeugt ist, dass einer Cornea von starker Brechkraft eine schwachbrechende Linse entspricht und umgekehrt. Andererseits sehen wir bei sehr ähnlichen Einzeln- und Gesammtwerthen des dioptrischen Apparates Myopen von grosser Verschiedenheit vorkommen. So ist bei Eduard Sch. M $\frac{1}{40}$ und bei Josef H. M $\frac{1}{3}$ vorhanden und doch ähneln sich die optischen Constanten sehr. $f'' = 31,78$ ($\varrho = 8,00$) und 31,92 ($\varrho = 8,03$); $\varphi = 65,82$ und 68,38; $F'' = 22,61$ und 22,97. Die Axenlängen sind natürlich um so verschiedener: 25,31 und 32,64 Mm.

Für den Fall gleicher Axenlänge bei ungleicher Refraction liegen keine auffallenden Beispiele vor. Es wäre hier Betty R. mit 24,13 Mm. und Emilie H mit 24,18 Mm. Axenlänge anzuführen. Erstere ist emmetropisch, die zweite besitzt M $\frac{1}{18}$. Betty R. hat f'' 29,31 ($\varrho = 7,38$), $\varphi = 64,49$, $F'' = 21,22$; bei Emilie H ist $f'' = 27,70$ ($\varrho = 6,99$), $\varphi = 62,81$ und $F'' = 20,49$.

Wie verschieden der Hornhautradius und die Axenlänge bei gleicher Refraction, in specie bei Emmetropie sein kann, hat bereits Mauthner gezeigt. Ich kann das von ihm Gesagte vollkommen bestätigen, muss aber hinzufügen, dass durch die bisher nicht angenommene Ungleichheit im Brechwerthe der Linsen, noch eine viel grössere Verschiedenheit des Augenbaues ermöglicht wird, und dass die Verschiedenheit der Axenlänge nicht

nur von der Wölbung der Cornea, sondern auch von der Wölbung der Linsenflächen abhängig sei. Bei der geringen Zahl von nur 6 emmetropischen Augen fand ich die Hornhautradien zwischen 7,00 und 7,63 Mm., die Linsenbrennweiten zwischen 54,69 bis 66,80 Mm., die 2. Hauptbrennweiten des Auges zwischen 19,60 und 21,70 schwanken. Weitere Untersuchungen in ausgedehnterem Masse werden auch Belege für dieselben Thatsachen bei ametropischen Augen liefern.

Es würde von Interesse sein, die optischen Constanten zweier Augen eines isometropischen Individuums zu vergleichen. Es liegen jedoch bezügliche Messungen nicht vor; die einzigen Messungen, die an beiden Augen einer Person gemacht wurden, sind die bei den beiden Anisometropen Alfred L. und Therese K. ausgeführten. Da aber Alfred L. nicht atropinisirt wurde, so ist der Vergleich zwischen dem myopischen und dem hypermetropischen Auge nicht von Belang, da die kürzeren Brennweiten des letzteren im Accomodationsakte ihren Grund haben können. Die Brennweiten, sowie der Ort, namentlich des 2. Brennpunktes, zeigen jedoch keine grosse Differenz, so dass wir den Unterschied der Refraction hauptsächlich in der Axenlänge suchen müssen. Die beiden Augen der Therese K. haben M $\frac{1}{9}$ und M $\frac{1}{4}$ bei sehr herabgesetzter Sehschärfe des letzteren Auges. Dieses zeichnet sich durch einen sehr kleinen Krümmungsradius aus, besitzt dafür aber eine so grosse Brennweite der Linse, dass der Einfluss der Cornea dadurch fast eliminirt wird und der Ort des 2. Brennpunktes in beiden Augen nur um 0,65 Mm. differirte. Also auch hier bedingt die Verlängerung der Augenaxe zum grösseren Theile die höhergradige Myopie (vergl. Mauthner, l. c. 456). Bei dem Hypermetropen Sigmund F. habe ich die optischen Constanten beim Fernesehen ohne Atropin und nach

Atropinisirung bestimmt. Da die bisherigen Messungen stets nur die Accomodation für einen nahen Punkt berücksichtigten, so mögen die beiden Messungen nebeneinander hier aufgeführt werden.

Tabelle XIII.

	Ohne Atropin Hm $\frac{1}{30}$	Mit Atropin Ht $\frac{1}{20}$
ϱ	7,38	
y'	0,36	0,12
x'	2,63	3,06
ϑ'	0,27	0,25
ξ''	7,03	7,16
Dicke der Linse	4,40	4,10
r	11,07	12,41
r'	6,73	6,74
φ	54,68	57,21
h'	2,50	2,43
h''	1,52	1,04
Distanz	0,37	0,61
H'	1,42	1,48
H''	1,95	2,07
Distanz	0,52	0,58
K'	6,54	6,70
K''	7,07	7,28
F'	15,21	15,49
F''	20,33	20,70
Ort d. 1. Brennp.	13,78	14,00
Ort d. 2. Brennp.	22,28	22,78
Axenlänge	19,28	19,32

Es erhellt daraus, dass bei der Untersuchung trotz des grellen Lichtes die Accomodation nicht entspannt wurde; ferner, dass die Accomodations-Veränderungen ganz in der bereits bekannten Weise erfolgten. Auffallend ist nur der hohe Grad der Veränderungen trotz

der geringen zu Tage getretenen Hypermetropie: es ist leicht möglich, dass ohne Atropin bei der Fixation stärker accomodirt wurde, als es die Sehproben, die zu anderer Zeit gemacht worden waren, ergeben. Es stimmen jedoch die Axen, die aus beiden Messungen berechnet wurden, bis auf 0,04 Mm.; mehr lässt sich schliesslich nicht verlangen. Die Berechnung der Axenlängen hypermetropischer Augen ohne Atropin ist mit Sicherheit kaum auszuführen, da wir ja nie wissen, ob die Accomodation ganz oder theilweise während der Linsenmessungen entspannt wird. Einestheils wird das Fixationsflämmchen zum Accomodiren reizen, andererseits wäre es auch möglich, da dasselbe auch in Zerstreuungskreisen noch hinreichend gut gesehen werden kann, und das Drummond-sche Licht ein deutliches Sehen überhaupt unmöglich macht, dass ein Nachlass der Accomodation stattfindet.

Was die Grenzen der möglichen Genauigkeit anbelangt, so muss ich, da ich keine speciell hierauf gerichteten Untersuchungen ausgeführt habe, auf das von Knapp*) über die Grenzen der Messungsfehler Gesagte verweisen. Dass die Fehlergrenzen für die Linsenflächen seit Anwendung des Sonnenlichtes und des aequivalenten von mir benutzten Kalklichtes bedeutend eingeengt worden sein dürften, ist vorauszusetzen. Sie werden jedoch nicht in allen Fällen gleich sein; denn je flacher die Linse, desto grösser und verschwommener werden die Reflexe ihrer vordern Fläche sein müssen, desto schwieriger und daher wahrscheinlich ungenauer die Messungen.

Ich habe übrigens, wie erwähnt, fast stets 8 Messungen gemacht, oft noch mehr, und habe, wenn eine oder die andere Messung entschieden unrichtig schien, den ganzen Cyclus von Einstellungen nicht berücksichtigt, um mit der Verwendung von Mittelzahlen nicht Missbrauch zu treiben. Auch was das Verhältniss der Be-

*) l. c. p. 44 ff.

rechnungsresultate zur Wirklichkeit betrifft, ist seit Einführung der neueren Helmholtz'schen Werthe für das schematische Auge ein grosser Schritt vorwärts gethan worden. Es werden diese Werthe voraussichtlich noch weitere Modificationen erfahren, und damit die Genauigkeit in der Bestimmung der optischen Constanten gewiss zunehmen.

Damit will ich auch gesagt haben, dass ich meine Resultate gewiss für verbesserungsfähig halte. Nicht um etwa ein neues schematisches Auge aufzustellen, welches aus den Mittelzahlen einer sehr grossen Menge emmetropischer Augen gewonnen werden müsste, habe ich die Mittel aus meinen 6 emmetropischen Augen zur Vergleichung neben die Zahlen des schematischen gestellt. Ich will jedoch diese Zusammenstellung hier nicht in extenso aufführen, da ich zufälliger Weise keine sehr grossen Hornhautradien gefunden habe, und dadurch der schwächere dioptrische Werth der Linse paralysirt wird. Die Werthe für die vordere Linsenfläche sind wenig, dagegen die für die hintere Linsenfläche sehr different; mithin auch die für die Hauptbrennweiten der Linse. Einige Werthe mögen zur Vergleichung hier folgen:

Tabelle XIV.

	Schematisches Auge	Mittelzahlen an den 6 emmetrop. Augen
ϱ	7,829	7,44
r	10,0	10,8
r'	6,0	8,21
x'	3,6	2,98
ξ''	7,2	6,78
φ'	50,671	60,98
F'	15,5025	15,62
F''	20,719	20,88

In Kürze zusammengefasst, sind die Hauptresultate der vorliegenden Arbeit folgende:

1) Der dioptrische Apparat zweier Augen von derselben Refraction, seien es emmetropische Augen oder zwei Augen von hochgradiger Ametropie, kann sehr verschieden sein.

2) Diese Verschiedenheit ist jedoch nicht allein von der verschiedenen Wölbung der Hornhaut abhängig, sondern in gleichem Grade von verschiedenem Brechwerthe der Linse.

3) Die Tiefe der Vorderkammer ist im Allgemeinen geringer, als die bisherigen Messungen ergaben; sie ist bei Emmetropen nicht immer gleich tief und steht bei Myopen nicht im geraden Verhältnisse zur Höhe der Myopie.

4) Die Entfernung des hinteren Linsenscheitels vom Hornhautscheitel ist kleiner.

5) Die emmetropischen Augen haben eine Linse von viel grösserer Brennweite, eine Vorderkammer von etwas geringerer Tiefe und eine längere Augen-Axe, als man bisher angenommen. Auch die neueren Werthe des Listing-Helmholtz'schen schematischen Auges sind daher noch zu klein.

6) In myopischen Augen ist der Krümmungsradius der vorderen Linsenfläche in der Regel viel grösser, als bei Emmetropen, im Allgemeinen gilt dies auch von der hinteren Fläche der Linse. Entsprechend ist fast ausnahmslos die Brennweite der Linse bei Myopen grösser, als bei Emmetropen. Ein durch höheren Brechwerth der Linse myopisches Auge hat sich unter den gemessenen nicht befunden.

7) Die Dicke der Linse der Myopen ist mit wenigen Ausnahmen geringer, als die der Emmetropen.

8) Die Hauptbrennweiten des Auges sind bei den Myopen im Allgemeinen grösser.

9) Bei der Mehrzahl der Myopen liegen beide Knotenpunkte hinter der Linse, oder der vordere liegt wenigstens der hinteren Linsenfläche sehr nahe.

Es liesse sich nun die Frage aufwerfen, in welchem genetischen Zusammenhange die gefundene geringere Wölbung der Linsenflächen mit der Myopie stehe. Ist sie früher da, als die Kurzsichtigkeit, oder, was wahrscheinlicher ist, entsteht sie später? Ist sie als Bestreben der Natur, der durch die Verlängerung des Bulbus gesetzten Sehstörung entgegenzuarbeiten, aufzufassen?

Ein Zusammenhang mit der Verschiedenheit des Baues des Accommodationsmuskels dürfte wohl bebestehen, und es müsste erst eruirt werden, wie sich der Ciliarmuskel bei sehr vielen Individuen verschiedenen Alters und verschiedener Refraction verhalte. Ich halte es jedoch für angezeigter, auf dem Boden der Thatsachen stehen zu bleiben, und keine unbewiesenen Ansichten aufzustellen.

Nur auf einige Punkte will ich zum Schlusse noch aufmerksam machen. Es ist auffallend, dass die vordere Linsenfläche bei einigen ganz unbedeutenden Myopen eine so geringe Wölbung besitzt, und dass die Hauptbrennweiten der Linse sich schon bei Myopen unter $\frac{1}{16}$ von den Emmetropen zum Theile bedeutend unterscheidet; während andererseits gerade die höchstgradig kurzsichtigen Augen, z. B. Emil E. und Josef H. keine sonderlich grossen Werthe aufzuweisen haben. Ferner will ich bemerken, dass ich Emilie H., die an einem geringen Accommodationskrampf litt, auch vor dem Atropinisiren gemessen habe, und dabei $r = 11{,}65$ (r' nahezu gleich) fand, also keine stärkere Wölbung,

als bei Emmetropen, wie ich erwartet hätte. Endlich wäre nochmals des Adolf F. Erwähnung zu thun, bei dem auffallend kleine Radien der Linsenflächen und eine verhältnissmässig kurze Linsenbrennweite vorhanden war. Ich dachte selbstverständlich an Accommodationskrampf und atropinisirte; fand aber, während ich den Drehungswinkel der Ophthalmometerplatten vor Atropin = 7,67° für die vordere, = 6,31° für die hintere Linsenfläche gefunden, nachher 7,68° und 6,26°, so dass ich eine Berechnung der letzteren Grössen nicht für nöthig hielt. Er verhielt sich also wirklich ganz verschieden von den anderen Myopen. Es drängt sich mir hierbei die Frage auf, ob sich die Myopien, die sich erst in den Studienjahren zu zeigen beginnen und von da an einen verschiedenen Grad erreichen, nicht anders verhalten, als die schon frühzeitig zu constatirenden auf angeborener (ererbter oder nicht ererbter) Anlage beruhenden Myopien, die sich ohne irgend welche schädlichen Einflüsse, ohne besondere accommodative oder Convergenz-Anstrengungen zu beträchtlicher Höhe entwickeln. Vorläufig weiss ich mir diese Frage nicht zu beantworten. Ich hielt es aber deshalb für angezeigt, mich bei der Aufzählung der gemessenen Myopen nicht auf die Angabe des Myopiegrades zu beschränken, sondern zu späterer Verwerthung einige ausführlichere Daten beizufügen.

Wien, den 30. September 1877.

Ein pankratisches Fernrohr

von

F. C. Donders.

Ein holländisches oder Galilaeisches Fernrohr besteht bekanntlich aus einem negativen Ocular, mit der Brennweite f, und einem positiven Objectiv, mit der Brennweite f + l. Dieses l bedeutet die Entfernung zwischen Ocular und Objectiv, bei welcher die Brennweite des Fernrohrs unendlich wird, das heisst, wodurch parallel auf das Objectiv fallende Strahlen parallel aus dem Ocular in das Auge treten. Die Vergrösserung ist $m = \frac{f + l}{f}$.

Ein derartiges Fernrohr hat auf die Weise, bei der Brennweite $F = \infty$, eine constante Länge und eine constante Vergrösserung.

Mein Streben war nun dahin gerichtet, ein Fernrohr zu construiren, wodurch alle Vergrösserungen in einer continuirlichen Reihe durch Verschiebung der Gläser innerhalb bestimmter Grenzen zu erzielen seien. Für ein derartiges Fernrohr scheint mir die Bezeichnung „pankratisches" nicht unzutreffend.

Die nächste Veranlassung zu dieser Construction lag in dem Bedürfniss verschiedene Vergrösserungen zu erhalten

zur Vergleichung der Grössenwerthe, unter welchen dasselbe Object sich bei Augen verschiedener Refraction darstellt. Refractionsverschiedenheit (Anisometropie) kommt in den beiden Augen desselben Individuums nicht selten vor. Liegt der Grund dieser Verschiedenheit nicht in der Verschiedenheit des dioptrischen Systems, sondern, wie in der Regel, fast ausschliesslich in den verschiedenen Längen der Sehachsen, dann ist, nach Correction der Ametropie durch ein im vorderen Brennpunkt angebrachtes Glas, das Netzhautbild, wie Knapp bewiesen hat, von gleicher Grösse wie das des emmetropischen Auges. In diesem Fall müssen daher die Netzhautbilder von demselben Object, falls die Ametropie corrigirt ist, auf beiden Augen gleich gross sein. Es entsteht nun die Frage, in welcher relativen Grösse wir alsdann mit jedem Auge das Object sehen. Durch ein Prisma vor einem Auge, besser noch durch ein sehr schwaches Prisma vor jedem Auge, das eine mit der brechenden Kante nach oben, das andere nach unten, erscheint das eine Halbbild über dem anderen und können die Grössen derselben untereinander verglichen werden. Als Object wähle man eine flache Figur, ein Quadrat, Dreieck oder einen Kreis.

In dieser Weise zeigte sich sofort, dass in der Regel das Object vor einem myopischen Auge kleiner, vor einem hypermetropischen grösser erscheint als vor einem emmetropischen. Mir lag aber daran, das richtige Verhältniss dieser Grössen kennen zu lernen und dieser Zweck schien mir allein erreichbar durch die genaue Bestimmung, durch welche Vergrösserung des kleineren oder Verkleinerung des grösseren Bildes beide völlig gleich würden. Die gewünschte Vergrösserung und Verkleinerung kann nun erreicht werden durch ein schwaches Fernrohr, welches vor ein Auge gehalten wird. Dazu bediente ich mich zweier Ringe in einem Abstand von 2 Pariser Zoll, in welche die Gläser des Brillenkastens in der Differenz von 2 Zoll Brennweite

hineingesetzt wurden, also Combinationen von $-\frac{1}{2}$ mit $+\frac{1}{4}$, $-\frac{1}{3}$ mit $+\frac{1}{5}$ u. s. w. bis $-\frac{1}{28}$ mit $+\frac{1}{30}$. Bei der ersten war $m = 2$, bei der letzten $m = \frac{15}{14}$. Hatte man die Combination gefunden, die das kleinste Halbbild dem grössten gleich machte, dann musste durch Umkehrung des Fernrohrs, welches nun vor das andere Auge gehalten wurde, das grösste Halbbild dem kleinsten gleich werden. Darin hatte man eine sichere Controle. Indess waren mit dieser Methode grosse Schwierigkeiten verbunden. Bei vergleichenden Prüfungen verschiedener Combinationen schwankte man in der Wahl; die steten Nachprüfungen waren zeitraubend, das Resultat unsicher und nicht genau. Ueberdies war das Minimum der Vergrösserung, welches durch die verfügbaren Gläser zu erreichen war, in vielen Fällen zu gross. Es war klar, dass ein Fernrohr, dessen Vergrösserung, unter Beibehaltung seines Focus auf ∞, innerhalb gegebener Grenzen variiren kann, besser zum Ziele führen musste, und deshalb stellte ich mir die Frage, ob sich ein derartiges Fernrohr construiren liesse.

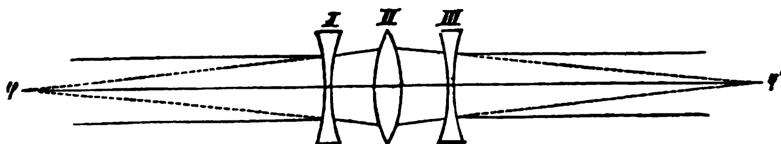
Sehr bald überzeugte ich mich, dass verschiedene Combinationen von drei und mehr Linsen dazu verwendbar waren. Unter diesen wählte ich eine Combination von 3 Linsen und zwar folgende: I. ein feststehendes concaves Ocular; III. ein bewegliches concaves Objectiv, und zwischen diese; II. eine verschiebbare Convexlinse, die stärker war als I oder II, aber schwächer als I + II.

Es war mir zunächst darum zu thun, Grenzwerthe von $m = \frac{4}{3}$ bis $m = \frac{3}{4}$ durch ein kurzes Fernrohr zu erhalten. Dem würde genügt, wenn die Werthe von I, II, III resp. 12, 21 und 12 Dioptrien betrügen, das heisst, wenn die-

selben eine Brennweite hätten von $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{21}$ und $\frac{1}{12}$ Meter. Wird dann II mit III vereinigt, dann erhält man ein positives Objectiv von 21 — 12 = 9, ein negatives Ocular von 12 und folglich $m = \frac{12}{9}$. Wird II mit I vereinigt, dann erhält man ein positives Ocular von 21 — 12 = 9, ein negatives Objectiv von 12, folglich $m = \frac{9}{12}$. Die Länge des Fernrohrs muss bei dieser Vergrösserung $\frac{1}{9} - \frac{1}{12} =$ 0,027 Meter betragen. Indem ich in Betracht zog, dass II nicht mit III vereinigt, sondern nur an einander gerückt werden kann und daher die Grenzwerthe von m nicht zu erhalten sind, so wählte ich I = 12, II = 20, III = 12 Dioptrien, welche $m = \frac{12}{8}$ bis $m = \frac{8}{12}$ repräsentiren, in Wirklichkeit aber ungefähr $\frac{4}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ geben.

Bei der Anwendung ging ich aus von m = 1 und F = ∞.

Fig. 1.



Die Linse II steht dabei in der Mitte zwischen I und III, die so weit auseinander liegen, dass ihre Brennpunkte φ und φ' zugleich die conjugirten Brennpunkte von II sind. L ist dann = 33,3 m.m. Schiebt man nun II zurück, dann wird m > 1, aber sofort wird auch das Bild undeutlich: soll nämlich F = ∞ bleiben, dann muss auch III zurückgeschoben werden, anfangs langsam, nach und nach schneller,

so dass bei $m = \frac{3}{2}$, dem Maximum der Vergrösserung, l $= \frac{1}{8} - \frac{1}{12}$ Meter $= 125 - 83{,}33 = 41{,}66$ beträgt.

Für den minder Geübten verursacht die Verschiebung der beiden Linsen practisch einige Schwierigkeiten. Hat man durch Verschiebung von II ungefähr die verlangte Grösse erhalten, dann muss man III verschieben, bis das Bild scharf wird, darauf wieder II, für die verlangte Grösse, und erforderlichen Falls III zum zweiten Mal. Ich stellte mir nun die Frage, ob diese Schwierigkeiten nicht durch eine bestimmte Combination zu eliminiren wären, wobei ich sofort erkannte, dass sie wenigstens auf ein Minimum zu reduciren sind, indem III und I verschiedene Werthe erhalten. Für $m = 1$ kommt II dann nicht mehr in die Mitte von I und III zu stehen, und beim Zurückschieben von II, wobei $m > 1$ wird, muss III sich anfänglich ein wenig an I nähern, um erst bei weiter zunehmender Vergrösserung sich aufs Neue von I zu entfernen. Wir erhalten daher in diesem Falle mit dem Steigen der Werthe von m einen Wendepunkt für die Werthe von l. An Stelle

von	12,	20,	12,
setzte ich nun	12,	20,	11,
und später	12,	19,	11,

welche Combination sich in der That für kleine Vergrösserungen ganz vortrefflich eignete.

Um für alle erforderlichen Berechnungen bequeme Formeln zu erhalten und wenn möglich Angabe eines noch besseren Systems, wandte ich mich an meinen verehrten Freund und Collegen Grinwis, welcher, bereitwillig wie immer, mir folgendes übersandte:

	I	II	III
	Ocular.	Mittellinse.	Objectiv.
Brennweite	f	$f_{,}$	$f_{,,}$
Es sei:	$-\frac{1}{f_{,}} = a,$	$\frac{1}{f_{,}} = b,$	$-\frac{1}{f_{,,}} = c.$

Ferner die Entfernung I zu II (Ocular zur Mittellinse) $= \Delta$

" " II zu III (Mittellinse zum Objectiv) $= \Delta'$

1) Wenn Δ oder Δ' bekannt sind, die Vergrösserung m zu finden:

$$m = \frac{b - a + a b \Delta}{c} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

$$m = \frac{a}{b - c + b c \Delta'} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

2) Wenn m gegeben ist, Δ und Δ' zu finden;

$$\Delta = \frac{c m - (b - a)}{a} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

$$\Delta' = \frac{a - (b - c) m}{b c m} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

3) Wenn m gegeben ist, die Länge l von dem ganzen System zu finden:

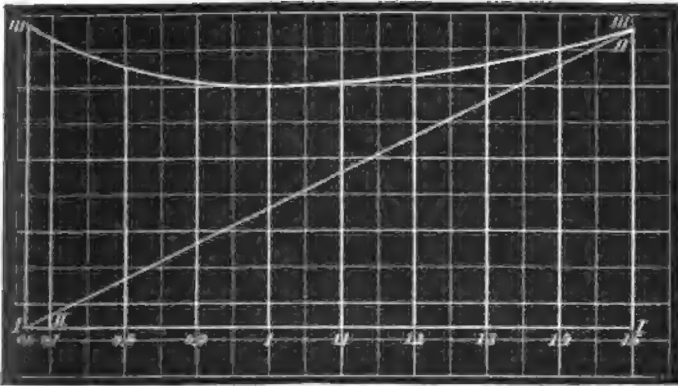
$$l = \frac{c^2 m^2 - (b c - 2 a c + a b) m + a^2}{a b c m} \quad \ldots \quad (5)$$

In erster Linie gebrauchte ich nun diese Formeln zur Berechnung von Δ und Δ' und von $l = \Delta + \Delta'$, für die verschiedenen Werthe von m in dem System $a = 12$, $b = 20$, $c = 12$ und fand:

m	Δ	Δ'	l
1,5	41,66	0	41,66
1,4	36,66	2,381	39,05
1,3	31,66	5,125	36,79
1,2	26,66	8,333	35,00
1,1	21,66	12,121	33,69
1,	16,66	16,66	33,33
0,9	11,66	22,222	33,89
0,8	6,66	29,16	35,83
0,7	1,66	38,095	39,76
0,66	0,	41,66	41,66

Das Resultat dieser Berechnung habe ich in Figur 2 niedergelegt. Die Abscisse I I, auf der die Werthe von m verzeichnet sind, repräsentirt zugleich die constante Lage

Fig. 2.



von I. Die Linien II II und III III geben die Lage von II und III an für alle Werthe von m. So liefern uns die Ordinaten der Figur die Lage der Gläser und daher die Werthe von △, △' und 1 für alle Werthe von m in den wirklichen Abmessungen des Fernrohrs.

Man sieht, dass II für gleiche Veränderung von m überall gleiche Lageveränderung erfährt, d. h., dass die arithmetischen Veränderungen der Werthe von m mit den Verschiebungen in gleichem Verhältniss stehen und dass daher die Vergrösserungen auf einer proportional eingetheilten Scala abgelesen werden können.

Weiter sieht man, dass für kleine Abweichungen von m = 1 nur geringe Verschiebung von III erforderlich ist, aber dass diese bei m = 1,2 bereits 1,66 beträgt: wird die Verschiebung nicht gemacht, dann bekommt das Fernrohr eine negative Brennweite von 2,86 Meter, wobei die Bilder nichts weniger als scharf werden. Auf die Bedeutung hiervon kommen wir später zurück.

Für Systeme, wie das hier beschriebene, ist das Maximum der Vergrösserung

$$M = a : (b - c),$$

das Maximum der Länge $L = \frac{1}{b - c} - \frac{1}{a}$

Ist $a = 12$, $b = 13$, $c = 12$
dann ist $M = 12 : 1 = 12$
$L = 1000 - 83{,}33 = 916{,}66$ mm.

Ist $a = 12$, $b = 23$, $c = 12$
dann ist $M = 12 : 11 = 1{,}0909$
$L = 90{,}9 - 83{,}3 = 7{,}6$ mm.

Hierdurch nähern wir uns den Grenzen von b in Bezug auf a und c. Ist $b = c$ dann werden M und L unendlich. Ist $b = 2c$, dann ist $M = 1$ und $L = 0$.

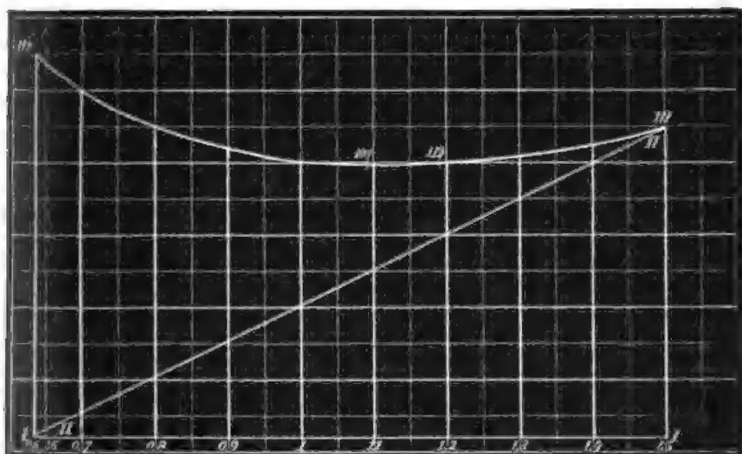
Verlangt man für gleiche Grenzwerthe von M längere oder kürzere Fernrohre, dann hat man die Werthe von a, b und c nur in gleichem Verhältniss zu verkleinern oder zu vergrössern.

In zweiter Linie haben wir die Formeln angewandt auf das System $a = 12$, $b = 19$, $c = 11$ und dafür gefunden:

1,5	41,6	0	41,66
1,4	36,84	2,734	39,574
1,3	32,02	5,846	37,866
1,2	27,19	9,57	36,76
1,19 $\left(= \frac{12^2}{11^2}\right)$	26,71	9,97	36,68
1,1	22,37	13,92	36,29
1,0909 $\left(= \frac{12}{11}\right)$	21,93	14,35	36,28
1,	17,54	19,14	36,68
0,9	12,72	25,52	38,24
0,8	7,89	33,43	41,32
0,7	3,07	43,75	46,82
0,6363	0	51,95	51.95

Figur 3 stellt dieses Resultat dar:

Fig. 3.



Vergleicht man Fig. 2 uud 3, so tritt ein bemerkenswerther Unterschied zu Tage. Zwar steigt m wieder gleichmässig mit $\triangle$ und mit dem Steigen von m nimmt l $= \triangle + \triangle'$ erst ab und dann wieder zu; allein $m = 1$ fällt, wie ich vorausgesehen, nicht mehr mit dem Minimum von l zusammen, das erst bei $m = \frac{a}{c}$, d. i. bei $m = \frac{12}{11}$ erreicht wird. Zu beiden Seiten von dem Minimum finden wir nun jedesmal zwei übereinstimmende Werthe von l, und zwar für $m = \frac{a^2}{b^2} = \frac{144}{121} = 1{,}19$, gleiche Werthe als für $m = 1$. Dieses weicht noch wenig von dem Minimum ab.

$m = 1$ $\qquad\qquad$ $l = 36{,}68$

$m = \frac{12}{11}$, Minimum von $l = 36{,}28$

$m = \frac{144}{221}$ $\qquad\qquad$ $l = 36.68$

Der Unterschied beträgt nur 0,4 mm.

Dies bedeutet, dass man von $m = 1$ bis m

$= \frac{144}{121}$, um dabei $F = \infty$ zu erhalten, die Objectivlinse nur um 0,4 mm. zu verschieben braucht.

Es fragt sich, ob die Verschiebung wirklich erforderlich ist, oder ob man innerhalb der angegebenen Grenzen von m nicht mit der Verschiebung der Mittellinse allein auskommt.

Um darüber ein Urtheil zu gewinnen, berechnete ich die Brennweite von dem System in dem Falle, dass III nicht verschoben war. Bei der geringsten Länge des Systems, entsprechend einer Vergrösserung von $\frac{12}{11}$, ist $\Delta = 21{,}93$, $\Delta' = 14{,}35$, $l = 36{,}28$. Geht man nun aus von $m = 1$ mit $F = \infty$, wobei $l = 36{,}68$, und verschiebt man lediglich die Mittellinse, so erhält man $\Delta = 21{,}93$, $\Delta' = 36{,}68 - 21{,}93 = 14{,}75$. Bei dieser Stellung der Gläser fand ich nun durch Berechnung eine positive Brennweite $F' = 17{,}3$ Meter. Diese bleibt für die Schärfe der Bilder so gut wie unmerklich und darf ebenfalls in Bezug auf die Vergrösserung wohl unberücksichtigt bleiben. Dasselbe gilt von der negativen Brennweite von 20 Meter, die ich für $\Delta = 28{,}639$ und $\Delta' = 1{,}049$, l constant $= 36{,}68$, berechnete, wobei Δ einer Vergrösserung von $m = 1{,}23$ entspricht. Das System kann daher von $m = 1$ bis zu $m = 1{,}23$ und, mittelst Umkehrung, von $m = 1$ bis zu $m = 0{,}813$ gebraucht werden, ohne dass es nöthig ist die Objectivlinse zu verschieben. Diesen wichtigen Vortheil erreicht man dadurch, dass man I und III nicht gleiche Werthe giebt. Zu dem Zweck, zu welchem ich das pankratische Fernrohr zunächst construirte, brauchte ich die angeführten Grenzen fast nie zu überschreiten.

Ausserhalb dieser und, wo es auf grosse Genauigkeit ankommt, auch innerhalb dieser Grenzen wird man gut thun, $F = \infty$ zu nehmen. Es könnte wohl ein Mechanismus angebracht werden, durch welchen zugleich mit der Ver-

schiebung von II die entsprechende Stellung von III erreicht würde, wobei dann auch $a = c$ sein könnte. Allein es genügt auch eine doppelte Scala anzubringen, eine um die Stellung von II, die andere, um die entsprechende Stellung von III abzulesen: je nachdem dann der Beobachter II verschiebt, um die erforderliche Vergrösserung aufzusuchen, kann man III die entsprechende Stellung geben. Für die Mittellinse ist die Vertheilung eine gleichmässige (vid. II II, Fig. 3); wie sie für die Objectivlinse sein muss, ergiebt sich aus der Curve III III.

Dass innerhalb der gewöhnlichen Grenzen von m die Verschiebung von III so gering ist, bewirkt, dass das Bild nie aufhört scharf zu sein, wodurch jede Schwierigkeit für das Aufsuchen der erforderlichen Vergrösserung weggenommen ist. Hat man dieselbe gefunden, dann kann der Beobachter selber III, soweit erforderlich, nach II hin verschieben und, indem er II nochmals einstellt, das Resultat jedenfalls für genau erachten. Um alle Vortheile eines solchen Systems zu haben, sei im Allgemeinen $a : c =$ der Quadratwurzel aus der Vergrösserung, welche man nur ausnahmsweise zu überschreiten braucht.

Die verlangte absolute Grenze von m erhält man durch die Wahl von b (siehe oben). Mit b ändert sich nun auch die Brennweite F, die das System bei $m = \frac{a}{c}$ erhält und zwar so, dass in den Systemen, die für meinen Zweck in Betracht kommen, F ungefähr in gleichem Verhältniss zu b steht. Ich fand nämlich für:

$a = 12 \quad b = 20 \quad c = 11 \quad F = 18{,}386$ M.

$a = 12 \quad b = 19 \quad c = 11 \quad F = 17{,}307$ M.

Die Länge des Fernrohrs bestimmt man nach Belieben, indem man, mit Erhaltung der relativen, die absoluten Werthe von a, b und c verändert, zu welchen die Länge des Fernrohrs im umgekehrten Verhältniss steht. Mit der Verlängerung des Fernrohrs ist der Vortheil verknüpft, dass

F grösser wird und die Bilder, wo die Verschiebung von III unterbleibt, desshalb weniger an Schärfe verlieren.

Das pankratische Fernrohr lässt sich noch zu anderen Zwecken gebrauchen und das Princip kann auf andere dioptrische Systeme übertragen werden. Ich finde vielleicht Veranlassung später darauf zurückzukommen.

Nachschrift. Meine Beschreibung des pankratischen Fernrohrs in der „Kon. Akademie van Wetenschappen" hat zu einer Mittheilung von Prof. Bosscha (Proces-verbaal vom 29. September) Veranlassung gegeben. Dieselbe lautet folgendermassen:

„Herr Bosscha zeigt das Modell eines kleinen Apparates, der dazu bestimmt ist, das sogenannte pankratische Fernrohr von Herrn Donders der Bedingung genügen zu lassen, dass das optische System immerhin wirklich ein Fernrohr sei. Dazu muss der Fokalabstand unendlich gross sein. Wenn $\varphi_1\ \varphi_2\ \varphi_3$ die Fokalabstände von drei Linsen sind, $\triangle_1$ der Abstand der ersten zwei Linsen, $\triangle_2$ der der zweiten und dritten, dann ist der Fokalabstand f des Systems bestimmt durch das Verhältniss

$$-\frac{1}{f} = -\frac{1}{\varphi_1} - \frac{1}{\varphi_2} - \frac{1}{\varphi_3} + \triangle_1 \left(\frac{1}{\varphi_1 \varphi_2} + \frac{1}{\varphi_1 \varphi_3}\right) + \triangle_2 \left(\frac{1}{\varphi_1 \varphi_3} + \frac{1}{\varphi_2 \varphi_3}\right) - \frac{d_1\, d_2}{\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3}$$

Dies kann, wenn $\frac{1}{f} = 0$ ist, auch so geschrieben werden:

$$[\triangle_1 - (\varphi_1 + \varphi_2)]\ [\triangle_2 - (\varphi_2 + \varphi_3)] = \varphi_2^2$$

Dieser Bedingung kann durch die sogenannte Raute von Peaucellier genügt werden. Setzt man die zweite Linse auf das Gelenk welches die beiden Querarme verbindet, die erste Linse in einer Entfernung $-\varphi_1 - \varphi_2$ einwärts von einem der Eckpunkte, die dritte in einem Abstand $-\varphi_2 - \varphi_3$ einwärts vom gegenüberliegenden Eckpunkt, (wobei vorausgesetzt ist, dass die eben genannten

Querarme die beiden anderen Eckpunkte verbinden), dann werden die drei Linsen sich so bewegen, dass das System, wenn es in einer der Stellungen ein Fernrohr ist, in allen anderen diese Eigenschaft behält. Dieselbe Raute kann für andere optische Systeme dienen, wenn nur die mittlere Linse dieselbe bleibt. Man hat dann nur die Abstände $-\varphi_1 - \varphi_2$ und $-\varphi_2 - \varphi_3$ gehörig zu ändern.

In derselben Sitzung reichte Herr Oudemans, Professor der Astronomie in Utrecht, eine Abhandlung ein „sur la théorie de la lunette pancratique de Mr. Donders", die in den „Verslagen en mededeelingen etc." des laufenden Jahres erscheinen wird.

Die quantitative Bestimmung des Farbenunterscheidungsvermögens.

Von

F. C. Donders.

Bekanntlich ist bei der sogenannten Farbenblindheit das Erkennen einiger oder aller Farben ganz oder theilweise aufgehoben. Sowohl vom theoretischen als vom praktischen Standpunkt schien es nun von Wichtigkeit, den Grad dieser Störung näher zu bestimmen, mit anderen Worten, das Unterscheidungsvermögen für jede Farbe numerisch festzustellen. Ich will versuchen, eine Methode näher zu begründen, die ich schon vor zwei Jahren angegeben habe (Aanteekeningen, Utrechtsch genootschap, 25. Juni 1875).

Meine Untersuchung ging aus von der Frage, welche Anforderungen man betreffs des Erkennens der Signale an das Eisenbahnpersonal stellen müsse. Die Signale bestehen hauptsächlich in weissen, rothen und grünen Fahnen für auffallendes Licht, bei Tage, und in Laternen mit rothen und grünen Scheiben für durchfallendes Licht, bei Nacht.

Eine numerische Bestimmung ist zu erhalten durch das Angeben einer Grenze, bei welcher eine Farbe oder

ein Farbenton noch mit Sicherheit erkannt oder von anderen unterschieden wird. Diese Grenze kann man suchen

a) in der Lichtstärke,

b) in der Sättigung,

c) in dem Sehwinkel.

Für die Lichtstärke und für die Sättigung kann sie gefunden werden durch Vergleichung von grauen und farbigen Sektorenringen, resp. auf einer schwarzen und auf einer weissen Drehscheibe — unter gleichen Bedingungen auf das untersuchte und auf ein normales Auge angewandt. Einfacher indessen als diese Metboden ist diejenige, welche den Sehwinkel zu Grunde legt. Ueberdies schien sie sich für meinen besonderen Zweck a priori zu empfehlen, weil die Tauglichkeit des Eisenbahnpersonals beurtheilt werden muss nach dem Abstand, auf welchen, — nach dem Sehwinkel, bei dem die Signale erkannt werden. Bei der Anwendung entsprach sie völlig dem Zwecke.

Absoluter Mangel des Farbenunterscheidungsvermögens für die eine oder andere Farbe kommt sehr selten vor: gesättigte Farben, gut erleuchtet und unter ziemlich grossem Gesichtswinkel gesehen, werden auch von den Meisten derer, die für farbenblind gelten, unterschieden. Unvollkommenheit des Farbensinns jedoch ist allgemeiner, als man sich gewöhnlich vorstellt. Beim Nähergehen an einen kleinen gefärbten Gegenstand unterscheidet das normale Auge die Farbe nur wenig später als das Licht: man wird nicht lange zu suchen brauchen, um Jemand zu finden, der die Farbe erst viel später sieht, als das Licht. Hierauf ist die von mir befolgte Methode gegründet.

Bei den Versuchen mit auffallendem Licht wurden runde Stückchen Blumenpapier benutzt, von 1, 2, 5 und mehr mm. Durchmesser, jedes Stückchen für sich auf ein Läppchen schwarzen Sammets geklebt, und ebenso Stückchen aus dem Zeuge der weissen, rothen und grünen Signalfahnen. Die Läppchen hat man nur gegen Sammet zu

drücken, um sie daran haften zu lassen; so wurden sie auf einem grossen Stück, am besten einem Meter von der vollen Breite, an der Wand befestigt und theils einzeln, theils viele zugleich fixirt.

Das Farbenunterscheidungsvermögen K ist nun umgekehrt proportional den erforderlichen Lichtmengen, also proportional den Quadraten der Abstände d bei denen die Farben erkannt werden, und umgekehrt proportional den Quadraten der Durchmesser m. Ist D der Abstand, bei dem das normale Auge die Farbe bei m = 1 (d. i. für Stückchen von 1 mm. Durchmesser) unterscheidet, so wird

$$K = \frac{1}{m^2} \cdot \frac{d^2}{D^2}$$

Die Formel giebt für das normale Auge K = 1 und für jedes andere Auge K < 1.

In der Formel für die Gesichtsschärfe $S = \frac{d}{D}$ kommen die Abstände einfach als d und D (nicht als d^2 und D^2) vor, und zwar, weil die Erkennbarkeit eines Schriftzeichens proportional dem Sehwinkel ist, in jeder Richtung. Ausserdem wurde in dieser Formel D als constant angenommen. Dies konnte geschehen, weil bei der gewöhnlichen Abwechselung in der Tageshelligkeit, in einem passenden Zimmer die Sehschärfe doch nahezu ihr Maximum behält. Für die Unterscheidung der Farben gilt das nicht in gleichem Masse. Wohl wird die geringere Helligkeit durch die grössere Empfindlichkeit der Netzhaut und die weitere Pupille zum Theil compensirt; aber mit dem bessern Tageslicht steigt die Perception der meisten Farben doch sehr merklich, und es ist darum wünschenswerth, bei jeder Untersuchung gleichzettig seine eigene D zu bestimmen und diese in Rechnung zu bringen. Wir ziehen ja auch bei Bestimmung der Sehschärfe die schwache Beleuchtung in Betracht, wenn sie unsere eigene Sehschärfe merklich reduzirt. Gilt es den Farbensinn, so ist dies um so eher nöthig, weil die

nämlichen Versuchsfarben nicht immer und überall zu haben sind, weil nicht alle disponibeln Farben auf gleichen Abstand erkannt werden und weil sie beim Gebrauche ihre Frische verlieren. Inzwischen kann man als allgemeine Regel wohl annehmen, dass helle gesättigte Farben bei 1 Mm. Durchmesser unter guter Beleuchtung auf schwarzem Sammet von einem Auge mit normaler Sehschärfe (nach Correction einer eventuellen Ametropie) auf einen Abstand von 5 Meter erkannt werden.

Die Methode setzt voraus, dass der Beobachter selbst normalen Farbensinn hat, was sich bei Vergleichung mit Andern bald feststellen lässt. Es ist ferner nöthig, dass vor der Bestimmung der Beobachter und der zu Untersuchende eine Zeit lang bei gleicher Beleuchtung — im selben Zimmer — gewesen seien. Tageslicht stumpft ab für alle Farben, aber nicht für alle gleichmässig: so erheischt Blau, um wahrgenommen zu werden, unter allen Farben das wenigste Licht, wenn man aus dem Dunkeln, das meiste Licht hingegen, wenn man aus dem Hellen kommt. Ich beabsichtige auf meine Untersuchung über diesen Punkt, die mit andern Fragen in Zusammenhang steht, später zurückzukommen.

Für durchfallendes Licht diente die Flamme einer gewöhnlichen Kerze, wie sie in England zur Bestimmung der Leuchtkraft von Gasflammen in Gebrauch sind. Sie befindet sich hinter einem schwarzen Holzschirm mit runder, durch ein mattes Glas geschlossener Oeffnung von 25 Mm. Durchmesser, vor welcher eine Metallplatte mit Löchern von 1, 2, 5, 10 und 20 Mm. verschiebbar ist. Unmittelbar hinter der Oeffnung befindet sich eine drehbare Scheibe mit verschiedenen Löchern, von denen eines frei ist, die anderen rothes und grünes Glas der Signallaternen und andere farbige Gläser enthalten, die man nach Belieben vor die Oeffnung bringen kann.

Die Kerze kann längs einer Scala verschoben werden,

welche den Abstand a zwischen Flamme und Schirm angiebt. Das rothe Glas lässt die meisten rothen Strahlen durch bis ins Orange, keine anderen, das grüne einen Theil der Strahlen von Gelb bis Blaugrün, und einige rothe ausserdem.

Bei dieser Untersuchung wird das Tageslicht soweit aus dem Zimmer ausgeschlossen, dass nur ein Schimmer übrigbleibt, bei dem man sich noch gegenseitig in der Nähe erkennen kann. Man kann nun für das normale Auge den Abstand A bestimmen, bei welchem für weisses und für farbiges Licht, bei m = 1, D = 5 Meter ist. Bei diesem Abstand erhält dann D in der Formel den nahezu constanten Werth von 5 Metern.

Mit der Kerze und dem von mir angewandten fein geschliffenen matten Glas wurde für das weisse Kerzenlicht A = 1,75 Meter, für das rothe A = 0,65 M., für das grüne A = 0,25 M. gefunden. Bei dieser Untersuchung mit durchfallendem Lichte muss dafür gesorgt werden, dass die Oeffnung ungefähr in der Richtung der Kerze gesehen werde. Im Uebrigen geschieht die Untersuchung wie bei auffallendem Licht. Ist Farbenblindheit vorhanden, dann ist bei den resp. Werthen von A der Grad der Helligkeit für die verschiedenen Farben nicht gleich, und die Untersuchten pflegen dann in jenem Helligkeitsunterschied das Kriterium der Farbe zu suchen. Dies giebt sich kund, wenn man die Werthe von a verändert, wobei Diejenigen, welche beim Versuche einige Unsicherheit zeigen, dieselbe Farbe häufig abwechselnd roth und grün nennen.

Gebraucht man die grösste Oeffnung und bringt man die Flamme in die unmittelbare Nähe des Glases, dann bleiben nur sehr Wenige, die, wenn sie sich nähern, sich in der Farbe noch irren. Um nun bei der numerischen Bestimmung auch das Erkennen bei stärkerem Lichte in Rechnung zu

bringen, hat man nur den Ausdruck $\frac{a^2}{A^2}$ der Formel hinzuzufügen, wo a den im besonderen Falle erforderlichen, A den normalen Abstand der Flamme vom Glase angiebt. Das Farbenunterscheidungsvermögen wird also;

$$K = \frac{1}{m^2} \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot \frac{a^2}{A^2} = \left(\frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D} \cdot \frac{a}{A}\right)^2$$

Setzt man

$$\sqrt{K} = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D} \cdot \frac{a}{A} = L,$$

so folgt, indem L durch Beobachtung gefunden wird, für das Farbenunterscheidungsvermögen $K = L^2$. Ich glaube, es wird am praktischsten sein, sich an L zu halten, und ab und zu daran zu erinnern, dass $L = \sqrt{K}$ ist. Für auffallendes Licht fällt $\frac{a}{A}$ noch weg, und für durchfallendes ist meistens $a = A$, so dass man in der Regel sich wird beschränken können auf die Formel $L = \frac{1}{m} \cdot \frac{d}{D}$, und hält man sich an die Oeffnung von 1 Mm., auf die Formel $L = \frac{d}{D}$.

Man hat Einwendungen gemacht gegen eine jede Methode, welche das Nennen der Farben verlangt: man hielt es für besser, aus einer Zahl von Muster die Farben sortiren zu lassen und auf die dabei gemachten Verwechselungen zu achten. In der That kommt auf diesem Wege ein bestehender Fehler schnell und sicher zum Vorschein, und man erhält auch eine Andeutung über die verschiedenen Formen, so dass die Methode zur vorläufigen Untersuchung sich sehr empfiehlt. Ich sehe jedoch nicht ein, wie man sie zu einer numerischen Bestimmung verwenden könnte, um welche es mir zu thun war. Ueberdies löst sich die Frage nach der Tauglichkeit zum Eisenbahndienst in das Erkennen von Farben auf, die bei Namen genannt werden

und die man muss nennen können, um danach zu handeln. Die von mir angewandte Methode geht also recht auf den Zweck los. Schien sie schon darum a priori den Vorzug zu verdienen, so ergab sich bei ihrer Anwendung, dass alle dagegen vorgebrachte Beschwerden wegfallen, wenn man mit Ausnahme von Grau nur auf die Hauptfarben Roth, Grün, Gelb und Blau zu prüfen hat.

Sehr interessant ist es zu beobachten, wie der Untersuchte allmälig vom Zweifel zur Sicherheit gelangt. Man zeigt ihm eine einzelne Probe auf 5 Meter Abstand: er sieht das Stückchen, aber nicht die Farbe. Einen Schritt näher: er wagt sie .... „roth" zu nennen. Noch einen Schritt: zögernd sagt er: „nein, ... grün". Endlich giebt er wieder „roth" an und erklärt sich schliesslich immer bestimmter für roth. Es ist dabei gar nicht schwer zu beurtheilen, wo er Sicherheit bekam. — Oder man bringt eine Anzahl Stückchen von verschiedenem Durchmesser auf dasselbe grosse Stück Sammet und lässt schnell hintereinander die Farben eines jeden mit einem Stock bezeichneten Stückchens nennen; bei unvollkommenem Farbensinn kommt es dann deutlich zum Vorschein, wie beim Annähern erst die grösseren, später die kleineren richtig genannt werden, bei höhern Graden auch in der Nähe nur die grossen, und bei den höchsten Graden selbst diese nicht einmal.

Auf diese Weise liess der Grad der Störung sich jedesmal mit hinreichender Genauigkeit numerisch bestimmen.

Bei der Untersuchung darf das Objekt nicht anhaltend fixirt werden. Mit abgewendetem Blick lasse man näher treten und stillstehend unmittelbar den Namen der angezeigten Farbe sagen. Folgt die Antwort nicht alsbald, dann wieder einen Schritt näher mit abgewendetem Auge, und von Neuem die Frage. Bei langem Fixiren kann die complementäre Farbe sich geltend machen und das Urtheil erschweren.

Nach dieser Methode wurde das Personal der Eisenbahnen der „Maatschappij tot exploitatie der staatsspoorwegen", ungefähr 2300 Personen, von 12 hierzu von mir vorgeschlagenen Aerzten und Augenärzten untersucht; die Resultate wurden mit denjenigen über Refraktion, Gesichtsschärfe etc., besonders für jedes Auge, auf dafür zusammengestellte Tabellen vereinigt und aus diesen Tabellen wurden die Personen, deren Tauglichkeit zweifelhaft war, im Ganzen 152, von mir herausgesucht, um hier unter Mitwirkung von Dr. Bouvin einer erneuten Prüfung unterworfen zu werden. In diesen 152 Fällen wurden nun auch die Resultate meiner Methode mit denen anderer bekannter Methoden verglichen.

Viele der Untersuchten meinten, ihre Sehschärfe würde bei Prüfungen im Freien wohl besser genügen. Mit 14 hierzu ausgewählten Personen wurden nun derartige Versuche angestellt, und zwar mit den gewöhnlichen Signalen, bei Tage wie bei Abend. Sie sahen sich in ihrer Erwartung betrogen: die Resultate entsprachen den Ergebnissen der Zimmeruntersuchung und bewiesen so die Tauglichkeit dieser Methode. Ein ausführlicher Bericht über die Resultate im Allgemeinen, und speciell über die der vergleichenden Untersuchung im Freien, welcher der Generaldirector obengenannter Eisenbahngesellschaft und viele andere Beamte beiwohnten, wurde dem Generaldirector eingereicht.

Es lag nicht in meiner Absicht, jene Resultate hier in extenso mitzutheilen, noch weniger theoretische Betrachtungen daranzuknüpfen. Es sei nur kurz angedeutet, dass, obwohl das mangelhafte Erkennen von Roth und von Grün wohl ausnahmslos vereinigt vorkam, der Grad dieses Fehlers für jede dieser Farben nicht gleich war, während auch hinsichtlich der Helligkeit, bei gleicher Wahrnehmbarkeit für das normale Auge, ein Unterschied hervortrat: ob diese Unterschiede im Zusammenhang stehen mit der sichtbaren Grenze des Spektrums an der

Seite des Roth, muss näher untersucht werden. Ich möchte noch beifügen, dass das Erkennen von Blau und Gelb in allen von mir untersuchten Fällen ausreichend war, einen Fall nur ausgenommen, worin auch roth und grün nicht unterschieden wurden. Freilich wurde bei der ersten Prüfung fast ausschliesslich auf das mangelhafte Sehen von Roth und Grün geachtet.

Es hat sich gezeigt, dass für Roth und Grün alle Uebergänge von K = 0 bis K = 1 vorkommen. Im Allgemeinen kamen nur die Fälle bei mir zur Untersuchung, bei denen K sich viel kleiner als 1 herausgestellt hatte. Es bleibt also noch übrig, bei einer Anzahl von Personen ohne Unterschied den Werth von K für jede Farbe nach der beschriebenen Methode zu bestimmen. Um indessen daraus für die Theorie wichtige Resultate ziehen zu können, wird man Spektralfarben anwenden müssen und zwar die eines Spektrums von möglichst constantem Licht, während auch sonst für Gleichheit der Bedingungen gesorgt wird. Es hat sich bereits herausgestellt, dass eine derartige Untersuchung auf wesentliche Schwierigkeiten nicht stösst.

Zwei Dinge sind zu bestimmen:

a) die Empfindlichkeit für homogenes Licht von den verschiedenen Wellenlängen;

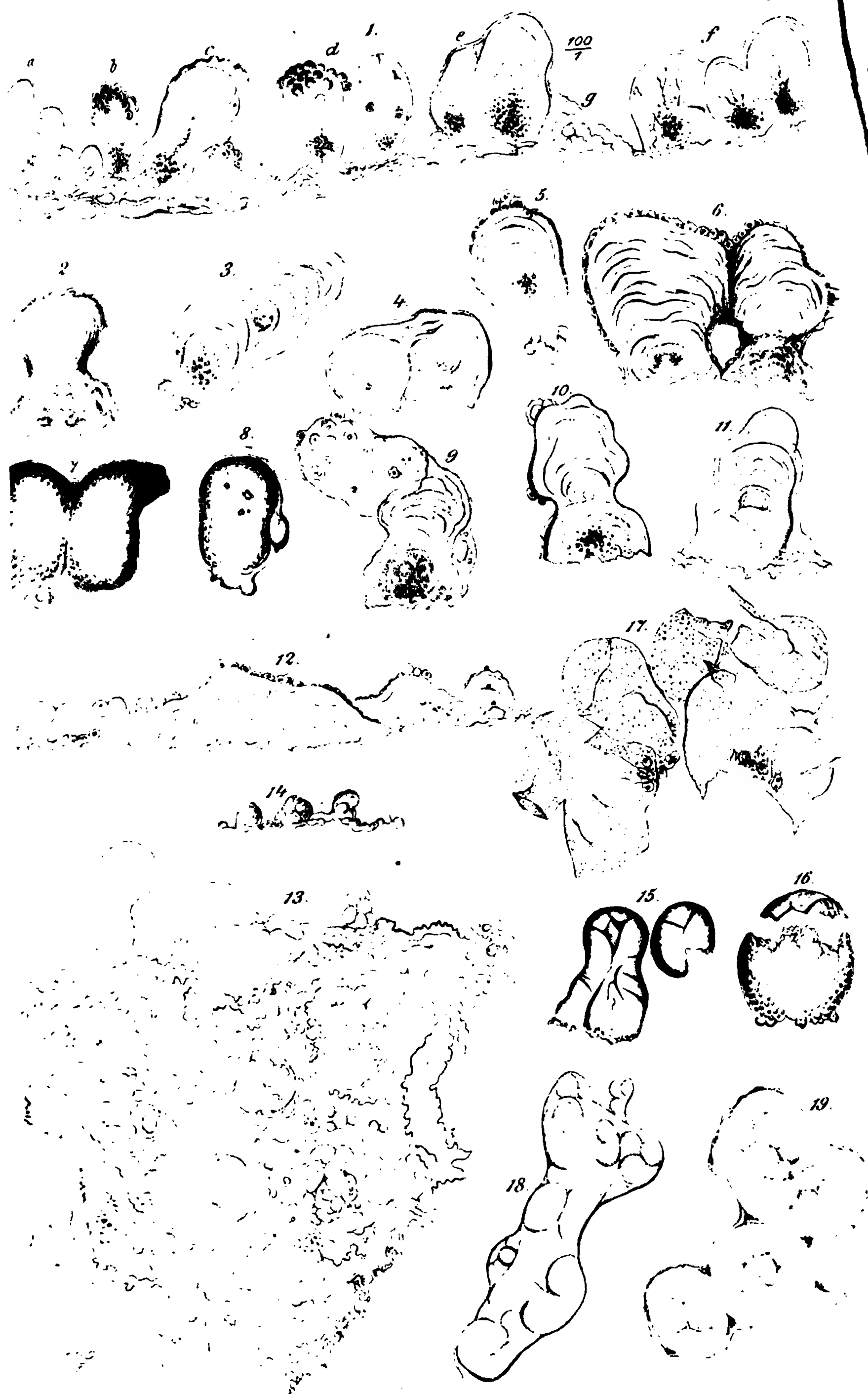
b) die Beziehung zwischen dieser Empfindlichkeit und dem Unterscheiden der entsprechenden specifischen Farbe.

In der letzten Beziehung liegt wahrscheinlich der Maassstab der Sättigung, in der die Farbe gesehen wird. Sieht das normale Auge auf grössere Entfernung das homogene Licht, als die entsprechende Farbe, dann hängt dies wahrscheinlich damit zusammen, dass auch für Spektralfarben in dem vollkommensten Auge die Sättigung noch unvollkommen ist.

In Verband mit a. und b. können sowohl durch Ver-

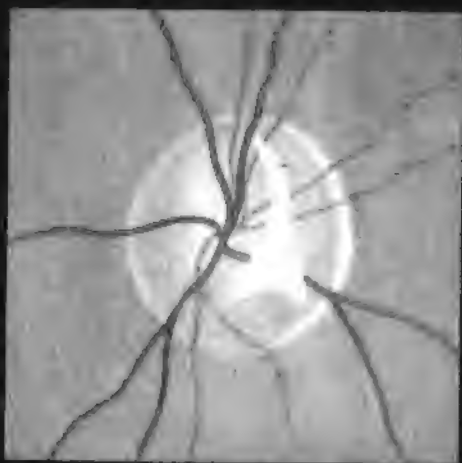
mengung der Spektralfarben mit weissem Licht als mit Hülfe der Drehscheibe auch die kleinsten merkbaren Unterschiede im Sättigungsgrade festgestellt werden.

Sollte das mangelhafte Farbensehen wohl auf etwas Anderem beruhen als auf geringerer Sättigung der mit gleicher Helligkeit wahrgenommenen Farbe? Und sollten die verschiedenen Stufen der Störung bis zum gänzlichen Fehlen uns nicht das Bild der Entwickelung des Farbensinnes geben?

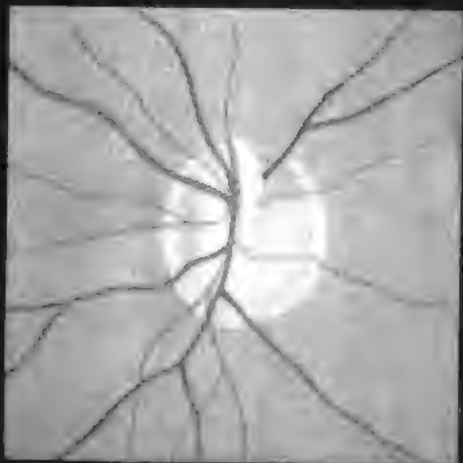


Meyer del.





2.



2.

